

ジンバブエ共和国  
マシング州中規模灌漑計画  
基本設計調査報告書

平成元年5月

国際協力事業団

ジンバブエ共和国  
マシング州中規模灌漑計画  
基本設計調査報告書

平成元年5月

534  
83.3  
GRF



ジンバブエ共和国  
マシング州中規模灌漑計画  
基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1075799(51)

19812

平成元年5月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国のマシング州中規模灌漑計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年12月6日より平成元年1月19日まで、農林水産省北陸農政局建設部次長立花貴氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ジンバブエ政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施した。帰国後の国内作業の後、外務省経済協力局無償資金協力課事務官寺村伸一氏を団長として平成元年4月10日より4月21日まで実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

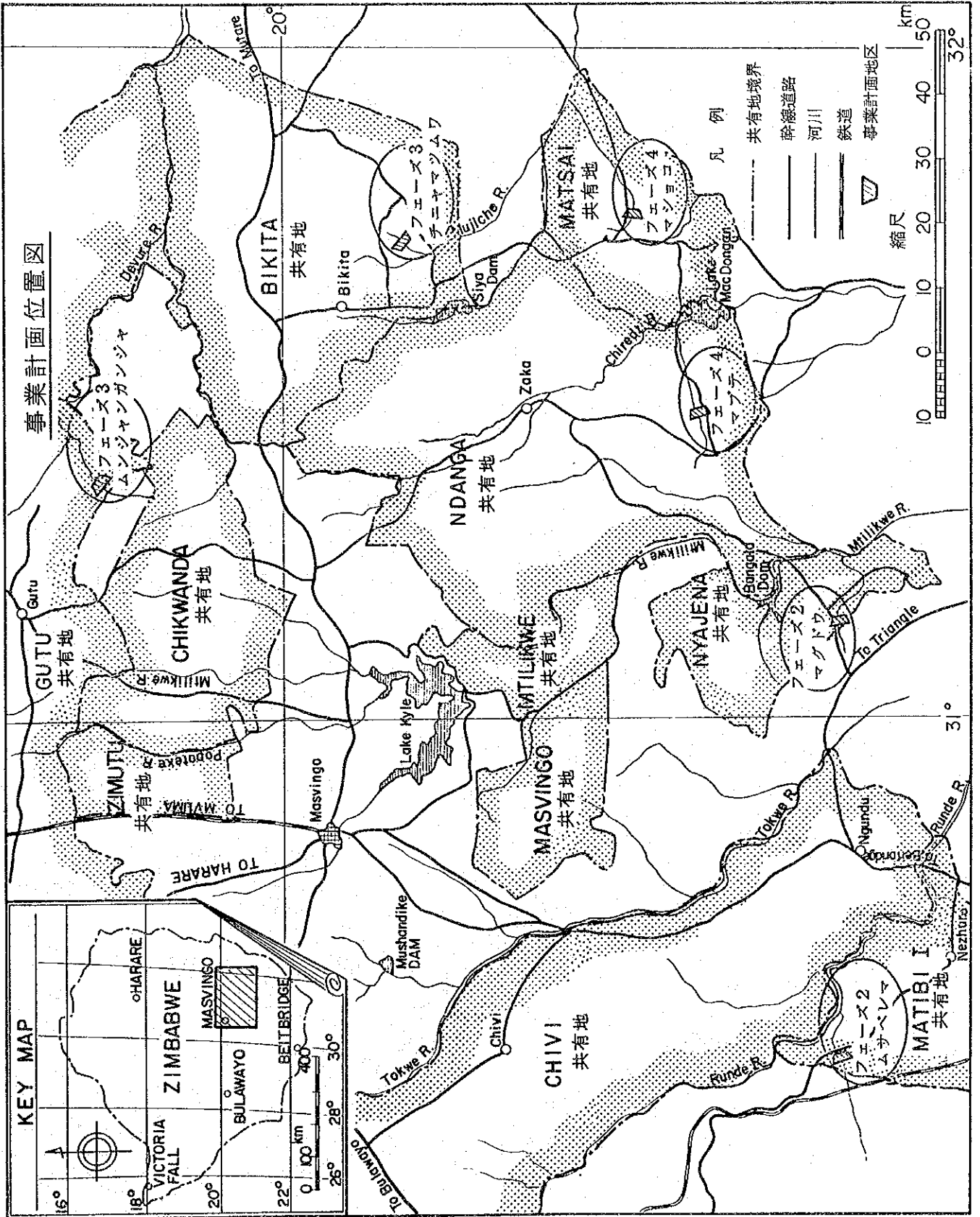
終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

平成元年5月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介



事業計画位置図







# 目 次

序 文	
計画位置図	
要 約	
第 1 章 緒 論	1
第 2 章 計画の背景	3
2.1 ジンバブエ共和国概要	3
2.2 農業・農村経済の概要	4
2.3 関連計画の概要	7
2.3.1 国家開発計画	7
2.3.2 地域開発計画	9
2.3.3 農業・水資源開発計画	10
2.4 要請の経緯と内容	11
第 3 章 計画地域の概要	13
3.1 位置及び行政区分	13
3.2 自然状況	17
3.3 社会環境	17
3.4 土地利用及び農業	19
3.5 計画地区概要	24
3.6 盛土材料	29
第 4 章 計画の内容	39
4.1 目 的	39
4.2 計画の検討	39
4.2.1 要請の内容	39
4.2.2 計画の妥当性・必要性	40
4.2.3 実施機関及び運営体制	45
4.2.4 類似計画及び他の援助計画との関係	51
4.3 事業計画の概要	53

4.3.1	事業計画	53
4.3.2	機材供与計画	53
4.3.3	維持管理計画	56
第5章	基本設計	59
5.1	基本方針	59
5.2	設計条件の検討	60
5.3	基本計画	65
5.3.1	ダム及び附帯施設	65
5.3.2	導水施設	69
5.3.3	ファームポンド	72
5.3.4	圃場計画	73
5.3.5	基本設計図	75
5.3.6	建設機械計画	91
5.4	実施計画	104
5.4.1	実施方針	104
5.4.2	建設事情	105
5.4.3	実施設計・施工管理計画	107
5.4.4	資機材調達計画	107
5.4.5	実施スケジュール	109
5.4.6	概算事業費	112
第6章	事業の効果	113
第7章	結論と提言	117
7.1	結論	117
7.2	提言	118

[資料編]

1. 調査団氏名
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録

## 表 目 次

- 表 3-1 共有地の人口及び世帯数
- 3-2 マシング州の自然区分と農業形態区分別面積
- 3-3 事業地区位置指標
- 3-4 共有地農業一般状況
- 4-1 事業計画概要
- 5-1 計画水文諸元
- 5-2 面積加重平均純用水量
- 5-3 送水路施設諸元
- 5-4 ポンプおよび管路諸元
- 5-5 建設機械要目表 (MEWRD)
- 5-6 建設機械要目表 (AGRITEX)

## 図 目 次

- 図 3-1 マシング州の行政界及び共有地
- 3-2 自然的地帯区分
- 4-1 水資源・エネルギー開発省州事務所組織図
- 4-2 農業省農業普及局州事務所組織図
- 4-3 農業省農業普及局州事務所の人員配置図
- 4-4 プロジェクトの設立手順
- 5-1 機械供与工程表 (フェーズ 1)
- 5-2 建設工事工程表 (フェーズ 2, 3, 4)



## 要 約

ジンバブエ共和国は、1980年に当時、英連邦下の植民地であった南ローデシアに、黒人政権を樹立して独立した。人口は約750万人(1982年)で、人口増加率は、年平均3.1%である。

国土の面積は、390,750平方Kmでこの内の4分1が標高1,000m以上の高原で、主要都市及び耕作地が集中している。年降雨量は平均700mmで、東部は2,000mmに達する地区もあるが、西部は600mm、南部では400mm以下である。気温は、最も暑い10月でも30℃にはならず温暖で快適な気候である。

ジンバブエ共和国において、農業は国家経済の基幹をなすものであり第1次国家開発5ヶ年計画(1986~90)においても、土地(利用)改革と国土の効率的利用、国民とくに労働農民層の生活水準の向上といった目標が掲げられている。ジンバブエ共和国の人口の約70%に相当する人々は、農業部門を収入源としている。この農業部門には、大規模商業的農業、小規模商業的農業、村落共有地における自家消費型農業の3型態があるが、大多数は自家消費型農業に従事している。

共有地は都市部に比して開発が著しく遅れており農業以外に見るべき産業もないが、その農業も商業農園に比べると自然状況(土地・気象)も劣悪で灌漑施設等の農業基盤の整備が遅れている。さらに降雨量が十分でないこと及びその分布が不規則なこともあって、農業生産量はかなり不安定である。乾季には灌漑なしに耕作するのは不可能である。従って広大な面積が安定した水源のない地域として取り残されており、共有地に居住する多くの農民は安定農業に必要な灌漑水を確保することができず飲雑用水、家畜用水等の最低限の水にも不足をきたす状況にある。

マシング州の年間降雨量は商業農園の展開する州の中央部では800mm~1,000mmと比較的多いが周辺部の共有地では500mm~700mmと少く、しかも降雨の大半は11月~2月の雨期に集中し乾期には殆ど降雨をみない。共有地の農業は、トウモロコシを主体とし耐乾性のひえ等主食用穀類を雨期の降雨を頼りに栽培している。雨期降雨量そのものが少ないうえ、年によって変動が大きく、かんばつ年では300mm~400mmと少いため、農業生産高は著しく低下し、地域によっては無収穫となる。かんばつ年には農民自らの食べる食糧にも不足をきたし、政府のかんばつ救援食糧に頼らざるを得ない状況に陥る。また、共有地では農家1戸当り3~4頭の農耕用の牛とロバ、羊等の小家畜を飼育しているが、かんばつ年には十分な飼料がない事と特に飲料水がないことにより農家は水源を求めて家畜を移動させねばならない。甚しいかんばつ年には家畜頭数削減のためのやむなく屠殺を行わなければならない状況にある。

本計画の目的は、前述の様な水不足の状況を改善するためにマシngo州の共有地内に流下する中小河川支流に中規模ダムを建設して、地表水の水資源開発を行い灌漑用水、家畜用飲雑用水を確保することである。灌漑を行うことにより、トウモロコシ生産の安定的な高収量の確保と、市場価値の高い新鮮野菜の栽培を可能にすることにより食糧の安定確保と農民生活の向上を計るものである。

上記目的達成のためにマシngo州内に、次に示す6ヶ所のダムおよび灌漑施設を建設する。

	ムサベレマ	マダドウ	ムンジャン ガンジャ	チニヤ マツムワ	マシヨコ	マブデ
1. ダム・貯水池						
有効貯水量(百万m <sup>3</sup> )	6.65	5.67	1.83	2.25	1.45	3.13
堤高(m)	12.7	18.8	18.7	18.8	18.4	19.3
堤長(m)	1,700	460	920	580	700	625
2. 導水路						
方法	重力式	重力式	重力式	揚水式	重力式	揚水式
容量(1/S)	54	76	49	74	23	151
延長(m)	5,600	7,940	4,720	870	800	860
3. ファームポンド						
容量(m <sup>3</sup> )	4,600	6,500	4,300	4,300	1,400	8,700
4. 受益地						
面積(ha)	44	70	51	50	21	100

ダム、導水路およびファームポンド建設の実施機関は水資源省(MEWRD)であり、圃場および圃場内施設建設の実施機関は農業省農業技術普及局(AGRITEX)である。6ヶ所のダム、導水路およびファームポンドの建設は、日本の無償資金協力事業により実施し、圃場および圃場内の灌漑施設の建設は、AGRITEXの直営により施工する。

6ヶ所のダム、導水路、ファームポンドおよび圃場施設の建設に必要な建設機械の供与も無償資金協力の範囲に含める。建設機械の供与先は実施の責任分担に応じてそれぞれMEWRDとAGRITEXとする。

本計画実施の為に必要な主な供与対象建設機械は以下に示すとおりである。

ダム・導水路建設用機械 (MEWRD)	圃場造成用機械 (AGRITEX)
a) 土工機械 ブルドーザー モータースクレーパー バックホウ その他	a) 土工機械 ブルドーザー ランドグレーダー ランドレベラー その他
b) 運搬用機械 タンブトラック 散水車 トラクター・トレーラー その他	b) 耕作機械 トラクター トラクターアタッチメント その他
c) グラウト用機械 クローラドリル グラウトポンプ グラウトミキサー	c) 運搬用機械 タンブトラック 普通トラック トラッククレーン その他
d) その他 コンプレッサー 発電機 コンクリートミキサー	d) その他 ポンプ コンクリートミキサー プレートコンパクター

本計画の事業実施は4フェーズに分け次の様に実施する。

- フェーズ1 建設機械等の機材の供与
- フェーズ2 ムサベレマ及びマグドウ灌漑施設の建設
- フェーズ3 ムンジャンガンジャ及びチニヤマツムワ灌漑施設の建設
- フェーズ4 マショコ及びマブテ灌漑施設の建設

本計画実施に必要な工期はフェーズ1資機材供与については両国政府交換公文締結後実施設計の開始から資機材の引渡しまで14ヵ月必要であり、フェーズ2よりフェーズ4までの建設工事は、交換公文締結後、実施設計、入札、契約を経て工事完了までに19ヵ月を要する。

本計画実施に必要な事業費については、日本側負担分およびジンバブエ国負担分(圃場造成)は次表の様に見込まれる。

	日本側負担分 (億円)	ジンバブエ側負担分 (万Zドル)	(億円)
フェーズ 1	12.8	-	-
フェーズ 2	10.3	57.0	0.39
フェーズ 3	10.1	50.5	0.35
フェーズ 4	9.7	60.5	0.42
計	42.9	168.0	1.16

本計画に係る維持管理の対象は、灌漑施設としてのダム、ポンプ、導水路、ファームポンド及び直接の農業生産の場としての圃場である。又供与される建設機械もその対象に含まれる。MEWRDのマシング州事務所はダム、ポンプ、導水路およびファームポンドの維持管理を行い、AGRITEXの州事務所は圃場の維持管理を担当する。

本計画における直接効果は2,400戸の農家の灌漑農業導入による作物増産効果でありトウモロコシ換算で年2,500トンと算定され共有地の食糧安全に果す役割は大きく、増産による農家所得の増加は1農家当り240Zドル(126USD)と算定され現在の60%増加となる。間接効果としては、灌漑により年間を通じて約10万人の周辺住民に新鮮野菜を供給できるようになる事、建設される貯水池より家畜用飲雑用水として使用する事があげられる。また国家の食糧安全を確保することにより食糧輸入の為の外貨節約も大きな間接効果である。

本計画は「公平を伴う成長」(Growth with Equity)を標榜するジンバブエ国政府の国家政策、特に共有地開発の根幹である農業開発の一部であり、その期待される効果は大なるものがあり、食糧安全にかかる意義は大きい。本計画は日本の計画・設計技術に基づきジンバブエ国の「計画基準」および「設計基準」を考慮して立案したものであり技術的に健全である。またMEWRDおよびAGRITEXは事業の実施・管理について本事業を通じて自己技術向上の基礎的能力がある。施設の運営についても既存施設の維持管理状況より判断して本計画で建設される施設が適切に維持管理されるものと判断される。以上の点から本計画に対する無償資金協力の実施は妥当と考えられる。

MEWRDにはダム工事のできる技術者および建設機械オペレーターが不足しており、実施をとおしてカウンターパートへの施工方法および供与機械の使用維持管理等の技術移転は本計画の実施の大きな柱であり、本計画終了後はジンバブエ国側の自助努力により、同種の灌漑事業を継続して行うことになっている。よって本計画実施中にMEWRDは積極的に事業に参画しカウンターパートの配置を行って日本の施工技術の修得に努めるべきである。



## 第1章 緒論

ジンバブエ共和国(以下「ジ」国と称す)において、農業は国家経済の基幹をなすものであり第1次国家発展5ヵ年計画(1986~90)においても、土地(利用)改革と国土の効率的利用、国民とくに労働農民層の生活水準の向上といった目標が掲げられている。

共有地は、独立以前は「部族信託地域(TTL=Tribal Trust Land)」と称されており、慣習法に基づき部族長によって統治されていた。伝統的にショナ族は、自給を目的とする焼畑農業を行っていたが、19世紀の終わり頃に「原住民指定地(Native Reserves)」が創設され原住民の部族管理に任された。これら指定地の境界は、現在でも共有地として残っている。独立後は、共有地内で新たな登記が行われ、行政の責務を部族長より地方政府に移管されている。現在では部族長は、土地配分以外の社会的行事等で地方政府に連携協力している。しかし、部族長が郡の評議員に選出され、依然として行政に影響力をもっている地域もある。

共有地は都市部に比して開発が著しく遅れており農業以外に見るべき産業もないが、その農業も商業農園に比べると自然状況(土地・気象)も劣悪で灌漑施設等の農業基盤の整備が遅れている。さらに降雨量が十分でないこと及びその分布が不規則なこともあって、その生産量はかなり不安定である。乾季には灌漑なしに耕作するのは不可能である。従って広大な面積が安定した水源のない地域として取り残されており共有地に居住する多くの農民は飲雑用水、家畜用水等の最低限の水にも不足をきたす状況にある。

一方共有地における人口増加率は3%を超え、既に共有地の人口扶養力を超えていると考えられており、農業労働力の過剰は特に若年層を中心として、現金収入を求めて都市部の他産業に人口が流出し、社会問題化している。

このような状況のもとで「ジ」国政府は独立後より共有地の開発に重点を置くようになり、本中規模ダム計画は、共有地の農業生産向上の為に不可欠な水資源開発の一環として策定されたものである。

「ジ」国政府は、マシング州における中規模ダム計画立案の為に技術協力を日本国政府に要請し国際協力事業団(以下「JICA」と称する)は、1986年9月よりF/S調査団を現地に派遣し1988年3月にフィジビリティ・レポートを提出した。

「ジ」国政府はF/S調査結果に基づき、事業の早期実現を計るため、日本国政府に対して無償資金協力を要請してきた。日本国政府は「ジ」国の要請内容を検討した結果、本計画に係わる基

本設計調査の実施を決定し、これを受けてJICAは1988年12月6日より1989年1月19日までの期間、農林水産省北陸農政局建設部次長立花貴氏を団長とする基本設計調査団を「ジ」国へ派遣した。

調査団は「ジ」国側実施機関であるエネルギー・水資源・開発省(以下「MEWRD」と称する)と農業省・農業技術普及局(以下「AGRITEX」と称する)の関係者と協議を重ねた。これらの協議結果を踏まえて大蔵・経済企画・開発省(以下「MFEPD」と称する)とも協議が持たれ、協議結果は議事録としてまとめられ、1988年12月16日調査団、MEWRDおよびMFEPDの3者の代表者が署名・交換した。

調査団の構成、現地調査の行程、訪問先および面接者、協議議事録、資料収集リストなどは、付属資料として巻末に添付した。

この報告書は、調査団が帰国後、国内作業において、現地調査結果を基にして本計画の妥当性を検討の上、灌漑施設の基本設計、資機材の選定、概算事業費の積算、維持管理計画など、本計画を実施するための最適案についてとりまとめたものである。

## 第2章 計画の背景

### 2.1 ジンバブエ共和国の概要

ジンバブエ共和国は、1980年に当時、英連邦下の植民地であった南ローデシアに、黒人政権を樹立して独立した。

人口は約750万人(1982年)で、人口増加率は、年平均3.1%である。人口構成は以下の通りである。

黒人(バンツー系)	約730万
白人	約15万
その他	約3万

出典 STATISTICAL YEARBOOK 1987

人口の80%は東北部及び中央部の高原地帯に住むマショナ(Mashona)族であり、西部には、マタベレ(Matabele)族が住んでいる。

国土の面積は、390,750平方kmでこの内の4分の1が標高1,000m以上の高原で、主要都市及び耕作地が集中している。

年降雨量は平均700mmで、東部は2,000mmに達する地区もあるが、西部は600mm、南部では400mm以下である。気温は、最も暑い10月でも30°Cにはならず温暖で快適な気候である。

「ジ」国は、鉱物資源(金、ニッケル、タングステン等)に恵まれており、又エネルギー資源である良質な石炭を埋蔵している。しかし、内陸国である為に開発しても輸出する為の輸送手段に乏しく工業化も進んでいない。この為産業は農業が主体であり、国民所得は1985年現在で1人当たりGNP960Zドル(570USDドル)である。

人口の70%が従事している農業部門は大規模商業的農業、共有地における自家消費型農業、並びに再定住地域での小規模商業的農業の3型態がある。

主な農業生産物は、トーマロコシ、綿、大豆、ピーナッツ、ソルガム、ひまわりの種である。この内トーマロコシは、この国の主食であるが、近年には(1980、1983、1984年)特にきびしい干ばつに見舞われた事もあって大きな減産に見舞われた。このため、大量の食糧(8,363万Zドル(5,020USDドル)、1984年)を輸入せざるを得なくなったのが現状である。

## 2.2 農業・農村経済の概要

### (1) 国家経済における農業の位置づけと役割

国家開発5ヶ年計画において、農業は今後も国家経済の中軸的機能を果たすという重要な位置づけに置かれている。1985年には農業生産はGDPにおいて16%、輸出においては40%を占めている。

現況では地方人口の74.3%が農業に従事し、商品輸出でも40%以上を占めている。商業農園への資本投資は60~70年代に十分に行われ、灌漑面積率は16%であり、作物はあくまでも輸出、あるいは国内外商業流通用の作物である。これに対し、共有地の場合は地場流通作物に限定した農業生産が期待されている。

### (2) 農業経済の構造

#### (a) 農業経済概要

「ジ」国の食糧自給は全国的に見れば独立直後には達成されており、アフリカ諸国のなかにあって数少ない自給体制の整った国のひとつであった。これは植民地時代の遺産である商業的農地の灌漑率が高く、作物収量が比較的安定化しており、加えて現政権が末端の食料事情に十分配慮した対策を講じていた為である。独立後強化されつつある道路、穀物流通公社貯蔵能力の充実など間接的な寄与も大きい。しかし、干ばつが連続した1982年以降は食糧不足が生ずる共有地が多くなり、政府は干ばつ対策として食糧配付を実施している。前節に示したように、気象、地力、水利などの面で農業生産に有利な商業的農業は食糧安全保障と輸出との両面で重要な機能を果たし、外貨の獲得、節約という点では国家財政に大きく貢献している。

他方、共有地は農業生産の基盤として劣悪地であるうえに近年3%台を越す人口増加が続いたため、すでに土地のもつ人口扶養力を超えているところが多い。生計を維持する限界状態が続いた結果、購買力が培養されず、地場耕作生産物の物流も限定され、経済活動は停滞を続けている。又農業適地区分から見た耕作可能面積が25%と低く、放牧可能地も牧養力を超える過放牧によって土地の退化や浸食が進み、さらに土地生産力の低下に拍車をかけている。

(b) 農業の二重構造

「ジ」国の経済はその中心となる農業、鉱業、製造においてはっきりとした二重構造になっている。製造業や商業農園を中心とした近代部門と部族連体の強い共有地農業を中心とする前近代部門の2グループが存在しており、現在国は教育や職業訓練プログラムの推進や制度化によりこの二重構造の改善に努力している。

1985年の国内総生産(GDP)は70億Z\$(42億US\$)で、国民一人当たり860Z\$(510US\$)になる。収入の分配がまだ二重構造のために公平に行われていない状況なので、この国民一人当たり国内総生産には前記二重構造による格差は表わしていない。GDPの主な構成要素は次のとおりであり、農業16%、鉱業5%、製造業27%となっている。

1985年 国内総生産

	国内総生産 (百万Zドル)	比率 (%)
農 林 業	1,115	16
鉱 業	381	5
製 造 業	1,883	27
電 力	189	3
建 設 業	262	4
飲 食 業	994	14
運 輸・通 信 業	439	6
そ の 他	1,738	25
計	7,001	100

出典： SOCIO ECONOMIC REVIEW 1986

農業部門における二重構造としては、大規模商業的農業と共有地における自家消費型農業がそれを代表している。即ち大規模商業農園は1戸当りの平均農地面積が2,200haであるのに対し、共有地における小農は平均2.3haにすぎない。又単位生産量も大規模商業農園においてはトウモロコシを1ha当り6ton生産するのにに対し共有地の小農経営者は1ha当り0.8tonしか生産していないのが実情である。商業農園の農業労働者と共有地における小農における年間所得を比較すると現金収入において前者が805Zドルに対し共有地のそれは482Zドルであり60%の所得にすぎない。

### (3) 共有地の経済と農業生産

#### (a) 共有地の経済

共有地の経済活動は農業、牧畜とそれらの関連活動の他は無に等しい。ここに住む住民70万世帯(平均家族6.3人)の経済活動を見ると1家族中2名は農牧に従事し、1~1.5人は不規則的出稼ぎか農外雇用(公共事業等)で生活を営んでいる。

1984年の住民1人当たりの年収は80Zドルと見做され、家族収入は480Zドルに過ぎない。政府が提案している農業労働者1人当たりの最低賃金は153Zドル/月であり、一般農家はその3割に満たぬ額で暮らしていることになる。このことから共有地は、貨幣経済の境界にある状況が伺われ、不足分は出稼ぎによる仕送り、生活扶助、干ばつ救援、公共事業工事への出役等で補われている。

政府はこうした現状の打開対策として、現行の5ヶ年計画のなかでも農業の総合開発を重視し、公共インフラへの投資を通じて立ち遅れた農村部の社会資本の形成・充実を図ることとしている。

その方策としては第1次産業そのものの振興の他、流通、加工、貯蔵等の関連作業の育成、これによる雇用の増大を挙げており、現在財政上の重荷になっている農産物価格支持及び補助に要する経費を、将来軽減し得る様な戦略の検討を始めている。支持価格は穀物流通公社等により毎年定められ、納入生産物の品質に応じた保証価格で農民から公社が購入するが、公社貯蔵所までの運送経費は農民の負担となるため、耕地農民は相対的に不利な立場にある。他の仲買人等も公社への登録が必要であり、公社貯蔵所は、ほぼ郡単位程度に分布する。

#### (b) 共有地の農業生産

共有地での農業生産性は、商業農場にくらべて著しく低い事を特徴とする。その原因は地形、土壌、雨量、水資源等立地条件が悪く、肥料・農薬等農業投入が少なく、営農技術の低いことが挙げられる。主要食糧作物であるトウモロコシの共有地のヘクタール当たり収量水準は、商業的農場1/6~1/10となっている。

この低収量の最大要因は立地条件の他に灌漑施設のないことである。もし共有地で灌漑を行うとすれば土地利用を200%迄高めることが可能であり、営農技術の向上を伴えば農業収入を数倍に増加させることが可能である。

#### (4) 本計画の役割

上記の如く共有地における農業生産性の低さとこれの改善のために水資源の開発とこれの有効利用をはかることは農業改善の目的達成のための必須条件と云える。この見地からしても中規模ダム建設は共有地住民にとっても必要不可欠な事業と言える。

又本計画は上記水資源開発による農業生産性向上に直接的な役割を果たす他に、地域開発と言った国家開発計画の観点からは次の様な重要な役割を担うことになる。即ち、共有地の社会経済開発に焦点を合わせた地域開発においては、安定的自給農業の確保と同時に生活用水、家畜用水等の確保等が基本的条件でありこのことは国家開発計画における地域住民の生活水準等の向上と言った目的達成における中心的役割を本事業が果たすことでもある。

更に本事業が直接灌漑区域の土地生産性向上ばかりでなく地域周辺の住民がこれら灌漑による営農システムを理解し、彼等の農業手法に取り入れると言う間接的役割も果たすこととなる。たとえば、天水による低い単収も改良された農法により数倍に増加し又作物も天水などによるトウモロコシ以外にもバラエティに富んだ作物の栽培と高収量が確保されると言う事実を展示することになるからである。

### 2.3 関連計画の概要

#### 2.3.1 国家開発計画

##### (1) 第一次国家開発5ヶ年計画の要旨

「ジ」国は独立以来初めての「第1次国家開発5ヶ年計画(1986~1990)」を策定している。その政策目標は次の6項目に要約されている。

- 1) 経済構造の改善・管理統制と経済拡大発展
- 2) 土地(利用の)改革と国土の効率的利用
- 3) 国民、とくに労働農民層の生活水準の向上
- 4) 雇用機会の拡大及び人的能力の開発
- 5) 科学技術の開発
- 6) 環境と開発との間の適正な均衡維持

以上の項目は従来の植民地としての社会経済型態から現住民による経済面の独立と発展を指向したものである。

## (2) 開発の現状

全国の土地利用は商業的農業用地1,712万ha、共有地1,635万ha、国立公園・水面等(市街地を含む)562万haとなっている。(下表参照)

土地面積及び人口

	面積 (Km <sup>2</sup> )	人口 (1,000人)	人口密度 (人/Km <sup>2</sup> )
商業農園	171,200	1,680	10
共有地	163,500	4,300	26
その他(都市・公園)	56,200	1,537	27
計	390,900	7,517	19

出典： Commission and Inquiry into the Agricultural Industry  
(1982)

全人口の57%が相対的に開発の遅れている共有地に居住している。一方農業粗生産額水準も全体の20%台を辛うじて維持するに過ぎない。政府はこの格差是正のため1986/87年度に国家予算の20.6%にあたる8.3億Zドルを共有地を主体とした公共開発事業に投資する予算案を作成した。これを共有地の住民1人当たりに換算すると192Zドル、更に干ばつ食糧救援事業、医療・教育費等を加えれば1人当たり540Zドルとなる。

公共事業の開発投資を進めた結果、現在多くの黒人共有地において地下水による飲料水供給施設が部落の中心から3キロメートル以内に設置され、又小学校、診療所、農村開発センター、道路交通網の整備が進められている。開発費の政府予算は毎年増える一方であり、上記予算の35%は外国援助に依存している。

## (3) 開発の戦略

前2.2項に記載した如く、「ジ」国の経済の二重構造とその所得較差是正が開発戦略の狙いとするところである。

この較差を極力縮小する対策として政府は価格統制、農業融資、公共施設の整備維持などへの助成を行っている。助成の当面の目的には干ばつ被災民の救助など共有地住民の生計維持を図る直接の対応もあるが、最終的には黒人共有地内の立地条件の劣悪性を改善して生産力を培養し、この住民が将来政府に負担をかけずに自立できるような構造改善が真の狙いである。



現況では投資水準が低いため共有地内に就業の場が少なく、過剰労働力は都市部に流出して行くが、都市部でも世界的な経済不況の余波で雇用機会が制約され、その結果国内の失業は急増している。インフラストラクチャー整備の重点の一つとされる灌漑施設整備は余剰労働力を共有地内で吸収し、労働集約的な農業を可能にする。これは、共有地住民の経済的自立を実現する事業として政府が期待を寄せている部門である。

### 2.3.2 地域開発計画

国家開発計画では、都市部と農村部の社会・経済条件の不均衡を是正するために政府の“公平を伴う成長”(Growth with Equity)の方針に従って、黒人共有地の開発に重点がおかれている。

マシゴ州でも州開発委員会(Provincial Development Committee)が組織され、州開発の問題点、可能性を検討し、州5ヶ年計画書(1985-90)を発表している。州が抱える問題点としては、

- i) 人口増による土地重圧
- ii) 農業部門の低生産性
- iii) 工業部門の発展の欠如
- iv) 狭小な就業機会
- v) 劣悪の輸送条件
- vi) 不十分な社会施設

等が挙げられている。この中で特に急激な新規卒業者の増加によって生ずる雇用問題が、将来大きな社会問題になると予想される。この解決方策としては、州内で産する資源を利用した関連産業の開発がある。しかし、現実には州内の商工業部門の開発は限られており、将来も農業部門が州発展において重要な位置を占めると予想される。一方、州の社会開発政策として、都市部と農村部間の生活環境の是正が重視されている。以上、黒人共有地の開発方策は社会基盤施設の整備と、基幹産業である農業の生産性向上、さらにその農産物を利用した農業関連産業の振興に重点をおく必要がある。本事業も、この州開発の一方策として位置づけられ、灌漑計画をはじめ個々の農業計画は、地域の特性を考慮して積極的に実行されるべきである。

地域の事情に合った農業形態を確立し、それと並行して流通、農産物加工業を発展させる事が、今後の共有地の農業開発策といえる。州5ヶ年計画の中では、次のような農業開発計画が提案されている。

- i) 新規灌漑計画及び現況灌漑地域の拡大計画
- ii) 食物、換金作物の生産性向上を目的とし、各農業区分地域に適した作物栽培の導入計画

- iii) 家畜(牛)販売増大のための飼育技術改善計画
- iv) 農業普及サービスの強化計画
- v) 農業協同組合の強化計画
- vi) 農業金融、流通施設の改善計画

### 2.3.3 農業・水資源開発計画

#### (1) 農業開発計画

「ジ」国経済の主要な担い手である製造業及び農業が国内総所得に占める割合は23%、16%である。5ヶ年計画では、これらに対し成長率を製造業に6.5%、農業に5%と大きな成長率を期待している。又輸出における農業のシェアは40%(1985年)を占めており、外貨獲得に大きく貢献している。これら農業が経済に占める割合を維持し更に大きな成長率を期待した計画となっている。

これら農業の発展的開発にあつて共有地における格差の是正や生活水準向上対策が個々の部門別(商業部門、共有地部門)、あるいは作物別の生産目標として設定されている。たとえば5ヶ年計画期間中に農業生産の成長率を商業的農業部門の5~6%に対し共有地のそれを7~8%としている。又作物別の開発目標の事例においても共有地における重点対策として次の様なものがある。

- (a) 主要作物であるトウモロコシの年間生産目標350万トンの70%にあたる240万トン进行共有地で生産する。従来は全国生産量の41%程度であった。(1981~1985の平均値)
- (b) “ゴールデンリーフ”としてのタバコの生産においても政府は共有地における新しい小規模タバコ耕作者を支援し、奨励する。
- (c) 換金作物として大豆やヒマワリの生産についても政府は共有地における生産拡大に対する支援を強調している。

#### (2) 水資源開発計画

政府は共有地の農業生産の拡大計画にあつて、共有地は降雨・河川等水資源の条件が商業農園地区より悪く生産性が低く不安定である事を認め、共有地における灌漑計画を策定している。中規模灌漑計画は共有地における水資源開発の一貫として計画されるものである。共有地は一般に地形が複雑で大規模ダムによる灌漑事業に不適切な地域が多い。

共有地の農家は分散して居る為に中規模灌漑地区を数多く建設する事により、通勤耕作も可能となり(現在5キロメートル位まで通勤耕作している)、又中規模である為に工事期間も短く、事業効果の速効性が期待される。また、この国の政策である国土の有効利用、農民層の生活水準向上、雇用の拡大、財務の軽減等の観点から、中規模ダム建設は重要課題であり緊急を要する事業である。

## 2.4 要請の経緯と内容

### (1) 要請の経緯

「ジ」国政府の MEWRD は国内の各州で中規模ダムプログラムを推進しようとしており、既にマシゴ州を除く7州で西欧諸国の協力を得て同種の開発計画に着手している。「ジ」国政府はマシゴ州においても中規模ダム建設プログラムの実施可能性を探るため、日本政府に対し、1985年6月にF/S調査の実施につき協力を要請してきた。

上記要請を受けて、国際協力事業団は1985年10月、コンタクト調査団を派遣し、要請内容の確認及び日本国の協力方法の説明を行った。1986年2月に事前調査団が現地に派遣され、MEWRD と協議の結果、S/Wが締結されフィジビリティー調査が実施された。

F/S調査は1986年、1987年の2回にわたり実施され、現地調査の結果は、1987年に日本国内においてとりまとめられた。F/S調査の内容はマシゴ州の18地区の共有地内における中規模灌漑用ダムの建設可能地区のすべてについて候補地が選定され、地表水の利用可能性が解析された。又事業効果の高い地区(6ヶ所)については計画設計が行われた。

「ジ」国政府は上記F/S結果に基づき前述6ヶ所の中規模ダム建設及びそれに附帯する事業の実施について日本の無償資金協力を要請したものである。

### (2) 要請内容

要請の内容を要約すると以下の如くである。

#### (a) 目的

目的は、長期と短期に区分される。長期目的として独立後政府が発表した過渡的国家開発計画における“経済政策”や、“公平を伴う生長”(Growth with Equity)と云った開発目的、その後政府が作成した第1次国家開発5ヶ年計画の目的に沿ったものとしている。

短期目的としては政府が最重要視している共有地住民に対する家畜用水や灌漑用水の改善対策である。これらの水資源対策は農業収入の改善と安定化が期待され、かつ食糧の安全保証につながるものである。同時に干ばつ被害ばかりでなく畜産に対する増強対策でもある。

(b) 実施機関

エネルギー、水資源開発省 (MEWRD)  
農業省農業普及局 (AGRITEX)

(c) 実施事業の内容

6ヶ所の中規模ダムとこれに附帯する導水路、調整池及び圃場の建設である。

(d) 要請施設と機械

要請施設は次の如く3期に分割されそれぞれの施設建設を実施する。

フェーズ 1 建設機械の供与とマサベレマ、ムグダドウの2ダムの建設とこれに附帯する圃場の建設

フェーズ 2 ムンチャンガンジャ、マシヨコの2ダムの建設とこれに附帯する圃場の建設

フェーズ 3 チンヤマツムヤ、マブテの2ダムの建設とこれに附帯する圃場の建設

## 第3章 計画地域の概要

### 3.1 位置及び行政区分

#### (1) 位置

マシング州は南緯19°00'~22°20'、東経30°00'~32°20'の範囲にあり、東はモザンビーク、南は南アフリカ連邦共和国と接している。州の面積は57,000km<sup>2</sup>でこの内、共有地が18地区あり、面積は約21,300km<sup>2</sup>である。共有地の分布及びその面積及び人口を図3-1及び表3-1に示す。州都マシング市は首都ハラレより南方約300kmに位置する。首都ハラレとマシング市は高速道路および飛行機で連絡されている。鉄道便はハラレとブルワヨを結ぶ幹線鉄道からグエロ (Gwelo) で分岐されマシング市まで連絡されている。

#### (2) 人口

州人口は1988年時点で1,029,504人であり、これは全国人口の12.1%に相当し、1990年には1,087,000人に達すると推定される。土地利用区別の面積と人口は下記のとおり。

	面積 (km <sup>2</sup> )	人口
商業的農用地	22,830	11,400
共有地	21,263	939,000
都市・国立公園地等	12,907	78,600
計	57,000	1,029,000

人口密度は、1平方km当たり18.1人であり、全国平均の19.3人とほぼ等しい。都市部、州北部に位置する黒人共有地では人口密度が高く、大規模商業農業地域や州南部の黒人共有地の人口密度は低い。人口増加率は、1969~82年の人口センサス実施年の期間で年平均3.05%である。州内の総戸数は20万戸であり、一戸当たりの平均家族構成員数は5.7人である。

州面積は約57,000平方Kmであり、全国土地面積の11.3%を占める。州内の土地所有形態は黒人共有地、大規模商業農業地域、小規模商業農業地域、再入植地域、都市部及び国立公園に区分される。大規模商業農業地域には州人口の1.0%が居住するに過ぎないが面積は約40%を占めている。一方、黒人共有地には全人口の78%が居住しているが、その面積は州全体の37%に過ぎない。

図 3-1 マシング州の行政界及び共有地

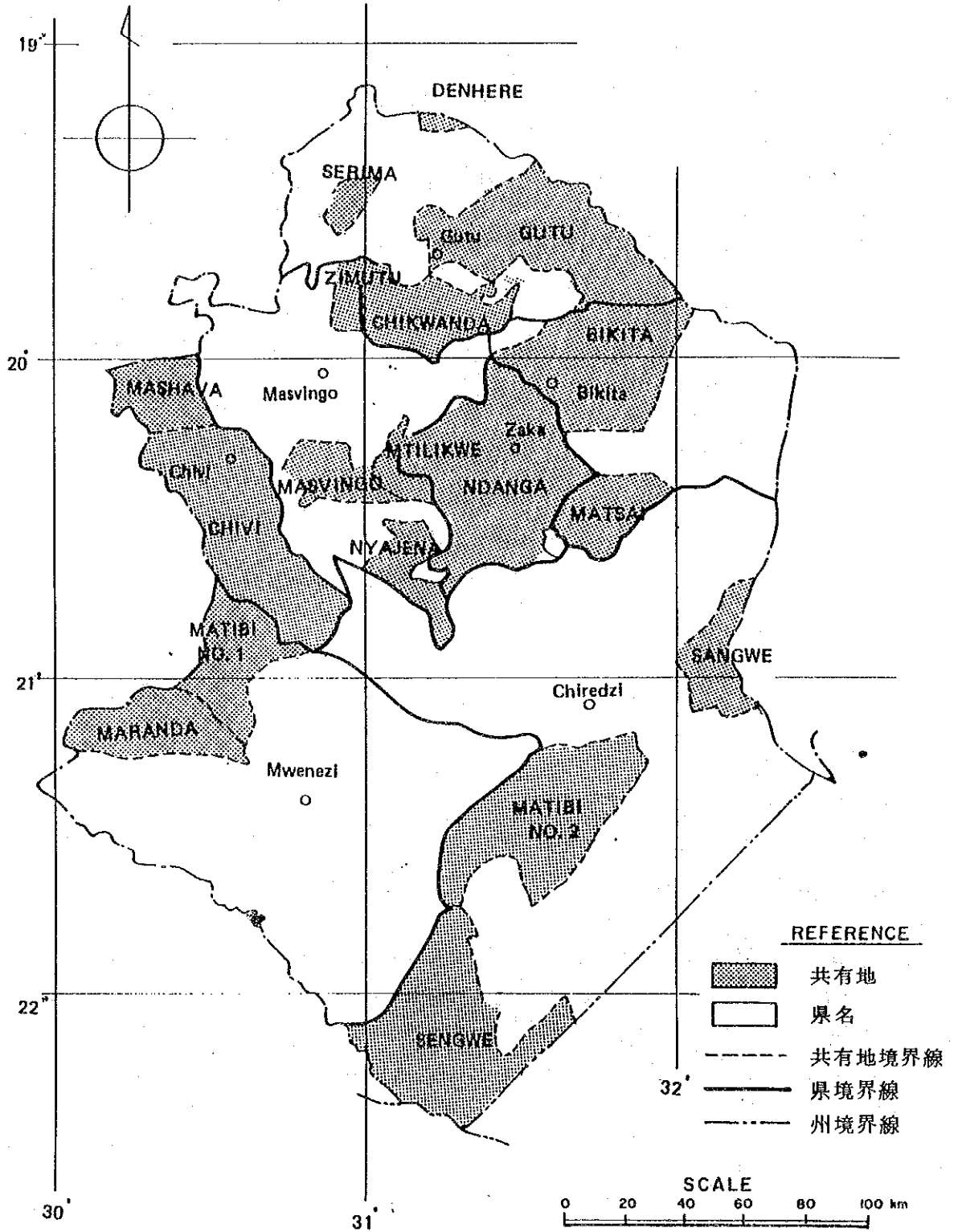


表 3-1 共有地の人口及び世帯数

共有地名	人 口 (1988)	農 家 数	土地面積 (ha)	人口密度	耕地面積 (1988) (ha)
I. BATANAI					
1. Maranda	33,490	6,398	102,600	32.6	14,107
2. Matibi No.1	56,417	6,820	103,700	54.4	25,180
II. BIKITA					
1. Bikita	115,800	21,404	193,100	60.0	30,341
2. Matsai	34,000	3,800	43,100	78.9	5,983
III. GAZA KOMANAI					
1. Matibi No.2	31,012	5,000	220,600	14.0	10,169
2. Sangwa	17,400	3,500	63,500	27.4	7,660
3. Sengwa	14,248	3,000	234,500	6.1	7,512
IV. GUTU					
1. Chikuwanda	30,907	11,000	94,500	32.7	37,988
2. Denhere	3,818	1,134	7,500	50.9	7,385
3. Serima	9,019	21,770	20,000	45.1	10,335
4. Gutu	203,470	32,820	277,450	73.3	155,378
V. MASVINGO					
1. Masvingo	34,892	6,944	50,500	69.1	14,977
2. Mtilikwe	16,094	3,203	29,900	53.8	9,198
3. Nyajena	47,959	7,993	59,500	80.6	14,138
4. Zimutu	11,600	4,000	29,000	40.0	6,221
VI. CHIVI					
1. Chivi	83,000	28,000	249,100	41.6	64,468
2. Mashava	21,211	5,723	40,150	52.8	10,000
VII. ZAKA					
1. Ndanga	175,000	27,500	307,600	56.9	70,903
Total	939,337	200,009	2,126,300	38.3	501,943

### (3) 行政区分

地方政府組織を縦割りすると村落 (Village)、区 (Ward)、郡 (District)、州 (Province) の4レベルに分かれる。

マシング州 (Masvingo Province)、はムウェネジ (Muwenezi)、ビキタ (Bikita)、チレジ (Chiredzi)、グツ (Gutu)、マシング (Masvingo)、チビ (Chivi)、ザカ (Zaka) の7郡 (District) より成る (図3-1 参照)。

1村落は約100戸人口約600人から成り、1区は5~6村落により構成されている。

地方政府は審議、行政の2機構より構成され、郡評議会により行政管理されている。評議会は、7郡評議会 (District Council)、4農村評議会 (Rural Council)、1都市評議会 (Municipal Council) に分かれており、郡評議会は共有地と小規模商業農業地域及び鉱山地域を統治している。農村評議会は地方都市 (Town) とその周辺の大規模商業農業地域、及び再入植地域を統治している。7郡評議会は、各々の郡に一つずつ組織されているが、農村評議会は数郡にまたがって商業農業地域を管轄している。都市評議会は、州都であるマシング市のみを管轄している。

以上の評議会に属さない地区として、他にモザンビーク国境沿いのゴナレゾウ (Gonarezhou) 国立公園がある。近年、農村評議会管轄下の商業地域では再入植地域が創設されており、行政統治範囲にもかなり変化がみられる。現在、農村地域に属する郡評議会と農村評議会の2組織を、1つの地方政府として統一する気運がある。

審議会は、選挙によって選出された評議員 (Councillor) と部族の首長 (非選挙) より構成されている。行政的には地方政府都市計画省の下に組織されている。行政機構は首席行政官 (Chief Executive Officer) を兼任する中央政府より任命された郡長 (District Administrator) によって統轄されている。

村落はVIDCO (Village Development Committee) という委員会が組織され区はWADCO (Ward Development Committee) という委員会が組織されており、評議員が2年ごと選出されている。



## 3.2 自然条件

### (1) 気象

マシング州は緯度的には熱帯に属するが、北部は標高900m~1,400mの高原であるため、気候は温暖で快適であり、月平均最高気温は11月に現れ、23°Cであり、月平均最低気温は6月の14°Cである。年降雨量は600mm程度であり、そのほとんどは10月から3月までの夏期に集中する。

一方、南部は標高300m~900mの低地であり、気温は高原部に比べて3~4°C高いが、逆に年間降水量は、300mm程度と少なくなる。

### (2) 地形及び水系

マシング州は州都マシング市を含む北部高原地帯と南部の低地帯に大別され、北西から南東方向に緩やかに傾斜している。河川水系は、サベ川の流域がほとんどであるが、南部の一部はリンボポ川流域となっている。

### (3) 地質

マシング州の地質は、新期花崗岩類及び古期片麻岩類が卓越しており、その間に様々な時代の貫入岩石及び第四紀の堆積物より成る。

## 3.3 社会環境

### (1) インフラストラクチャー

州内の主要道路は、運輸省と地方開発基金の2機関で建設・維持管理が行われており、運輸省は道路延長約2,300キロメートルを管轄している。最も重要な道路は州の南北を貫通するハラレーマシングーベイト・ブリッジ (Beitbridge) 道路 (304号~504号線)、州東西を横断するバチェナ・ブリッジ (Birchenough Brige) —マシングーブラワヨ道路 (409号~509号線) である。郡サービス・センター (District Service Center) や開発拠点 (Growth Point) を結ぶ主要道路の路線が不足しているために必要な路線は現在運輸省によって建設中である。地方開発基金は総延長5,000キロメートル (非舗装、砂利道) を管轄しているが、この他に農村サービス・センター間の連絡道路を数多く建設している。以上の2機関の他に、農村評議会が商業農業地域の延長約2,000キロメートルの道路を管理している。最近、再入植地域の拡大に伴い、商業農業地域の道路も農業省に移管されている。

鉄道は6線区あり、ほとんどが貨物輸送線区であり、主にローベルト地帯の農産物やその生産資材及び輸出入産品が輸送されている。

給水システムは都市部と農村の人口稠密地に大きく分かれる。マシゴ、チレジ等の都市部では上水道設備が整っている。一方、黒人共有地の開発拠点、郡サービス・センター、農村サービス・センター等の主要居住地域でも、政府の農村開発戦略に沿って上水道整備が進められている。しかし、黒人共有地の住民の大部分は生活用水を深井戸 (Borehole)、浅井戸、河川等の水源に依存している。「全国農村給水・衛生マスタープラン」レポート(データは1984年時点)によると、州農村部では深井戸及び手掘り井戸 (hand-dug well) に依存する1井戸当たりの人口は521人であり、全国平均467人より大きい。又1平方キロメートルの井戸の密度は0.08ヶ所であり、全国平均0.06ヶ所よりも多い。

電話はビキタ、チャツワース (Chatsworth)、チレジ、グツ、マシャバ、マシゴ、ムウェネジ、トライアングル、グツに交換局が設置されている。郵便局は、1985年現在、マシゴ郡に5ヶ所、チレジ郡に3ヶ所、チビ郡に2ヶ所、他の4郡に1ヶ所づつあり、計14局が開局されている。その他、各郡に2~5ヶ所づつ支所があり、計22ヶ所である。電信、電話、郵便及び電気等の社会サービスは、マシゴ、チレジ等の都市部や開発拠点、農村サービス・センター等人口稠密地域でのみ発達している。

教育面では1985年現在、小学校632校(生徒数331,892人)、中学校194校(生徒数83,881人)である。1教員当たりの生徒数は小学校では45人、中学校では38人であり、両値とも政府が目標としている40人、30人よりも高い。中学校は独立以前はわずか18校だったものが、現在では大幅に増加し、教育面の向上は著しい。現在、小学校は設置数、分布とも十分であるが、教室等教材施設は十分ではない。中学校は、各郡にわたり分布状況はよいものの、設置数は十分ではなく施設の充実とともに新設が必要とされている。

州内には138の診療所が存在し、その大部分は、(年)郡サービス・センター、農村サービス・センターに設置されている。黒人共有地では、診療所が農家から15キロメートル以上も離れている地域もあり、診療所の人員の増員とともに新たな設置が望まれている。

## (2) 主要産業

### (a) 農業

マシゴ州の主要産業は農業であり、主要な作物はトウモロコシ、綿、ソルガム等である。

また畜産(牛)も重要な産業であり、商業農園においては、砂糖キビの生産が盛んである。

#### (b) 鉱業

鉱業は農業に次いでマシゴ州の重要な産業であり、約8,000人の雇用労働を吸収している。レンコ(Renco)、ピキタ、マシャバ(Mashava)が主な鉱山で、金、リチウム、セシウム及びアスベストを産出しているが、その他にも多数の小規模な鉱山が州内各地に分散している。

#### (c) 工業

マシゴ州には労働力を吸引できる工業は僅かしかない。最も発展している地域はマシゴ、ローベルト地帯のチレジ、トライアングルである。とくに後者は、地域内で生産される砂糖黍を加工する大規模な精糖工場があり、農業・工業両部門で約28,000人の労働者を吸収している。マシゴの製造業の生産高は全国の1~3%にすぎない。

#### (d) 観光

観光部門は州経済の1つの特徴であり、今後の発展が期待されている。グレード・ジンバブエの遺跡、カイル湖、ゴナレゾウ国立公園等の行楽地があるが、現在は十分な観光産業としての収入源となっていない。

### 3.4 土地利用及び農業

#### (1) 土地利用

マシゴ州の農用地面積は州面積の77%を占め商業的農用地と共有地面積は夫々40、37%である。一方この土地の利用状況(作付)は近年の平均値で州面積の6.3%(363,000ha)にすぎない。この作付面積は天候に左右され1982/83年の干ばつ年には平均作付面積の3.9%(14,000ha)にすぎない。

## (2) 農業

### (a) 自然的農業区分と農業としての土地利用区分

「ジ」国においては自然的農業区分を5つに分類し農業型態区分を4つに分類している。

即ち、自然的区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲは降雨量や土壌が農業に適して高い農業生産を上げている区域であり、ⅣとⅤは降雨量が少なく干ばつに強い作物や最も降雨量の少ない区域で牧草による畜産が行われる区域である。(図3-2参照)

マシゴ州はⅢ、Ⅳ、Ⅴの区分より構成されⅢの区域の面積比率はわずかに10%、Ⅳは25%である。計画地区はその殆んどがⅣの区域にある。

しかし年間平均降雨量からみるとむしろⅢの区分(650~800)に該当するプロジェクトサイトもある。自然的地域区分は次により分類されている。

#### Ⅰ：(特殊農業地帯)

年降雨量が1,000mm以上で標高1,700m以下の高い標高地帯である。農作物は果物、茶、コーヒー等の他畜も行われる。

#### Ⅱ：(集約的農業地帯)

年降雨量は750~1,000mmで穀物と畜産が行われる。

#### Ⅲ：(半集約的農業地帯)

年降雨量650~800mmで牧草と畜産、現金作物の栽培が行われる。

#### Ⅳ：(半疎放的農業地帯)

年降雨量450~650mmで牧畜が行われ、良質土壌地帯に耐旱性の作物が栽培される。

#### Ⅴ：(疎放的農業地帯)

雨量が少なく不規則である。粗放的牧畜、放牧のみが行われる。

又農業型態区分からは4区分に大別されており、大規模商業農用地、小規模商業農用地、共有地、再入植用地である。マシゴ州における面積比率は、商業農用地の40%、共有地の37%、再入植農用地の6%である。(表3-2参照)

图 3-2 自然的地带区分

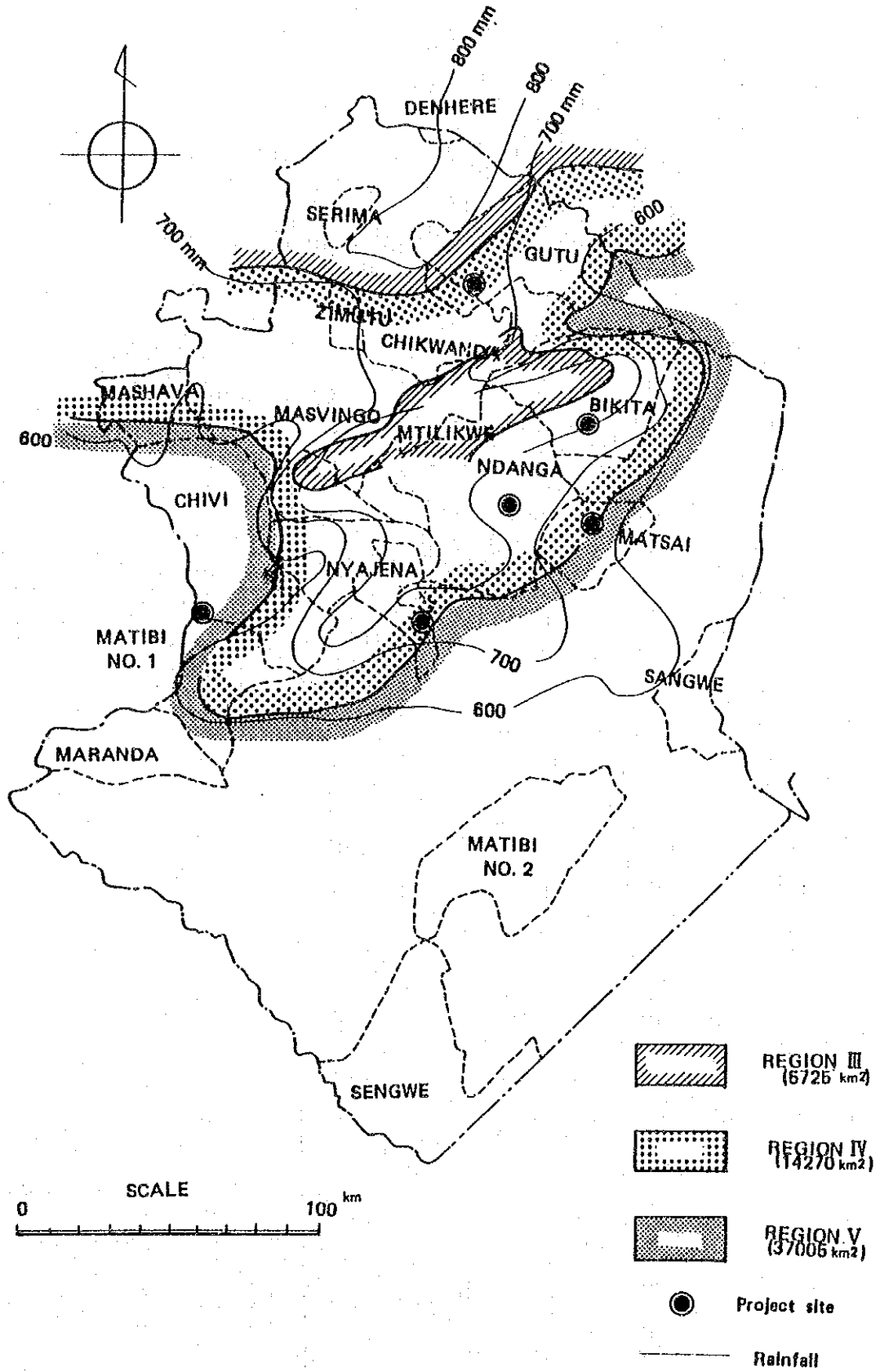


表3-2 マシング州の自然的区分と農業形態区分別面積

(単位: km<sup>2</sup>)

地域区分	大規模商業用地	小規模商業用地	共有地	入植地	町、河川等	その他(公園等)	計
地域 3	2,867	3,900	157,520	47,100	59,600	17,700	572,520
地域 4	1,634	170,100	801,780	176,000	99,200	16,500	1,426,980
地域 5	1,626,000	32,900	1,167,000	121,300	238,100	515,200	3,700,500
計	2,076,100	206,900	2,126,300	344,400	396,900	549,400	5,700,000

(b) 作物と生産量

州における主要作物はとうもろこし、たばこ、麦、豆類、落花生等である。州の作物生産高は約9.9万トン(主要作物のみ)である。この量は全国生産量の7%にすぎない。土地面積や人口の比率14%台に対し非常に低い値である。

(c) 共有地の農業

共有地内の、自給農業は1戸当たり平均2~3haの耕作が行われ主食であるトウモロコシや唐人びえ(mhunga)、四国びえ(rapoco)等穀物を中心に生産が行われている。余剰生産物は主に穀物流通公社及び仲買人を通して販売されているが天水農業のため生産は安定しておらず、年によって変動が大きい。生産安定、現金収入増加、雇用機会の創出を目的に、共有地内における小規模灌漑計画がいくつか実施されている。

(d) 商業的農業

州内の商業農業はローベルト(Lowveld)でカイル(Kyle)、バンガラ(Bangala)、マンジレンジ(Manjirenji)等の大ダムから広範囲に灌漑が施されているトライアングル(Triangle)、ヒポ・バレイ(Hippo Valley)等の大農場(Estate)においての砂糖黍、小麦の大規模農業に代表される。

### 3.5 計画地区概要

#### (1) 位置及び自然

##### (a) ムサベレマ (Musaverema)

計画地区はマシング州の西端にありMatabelelandとの州境に近い。マシング市からは南アへ向うBeitbridge道路で約100Km1時間の行程、それより先は未舗装道路で約50Km1時間、合計2時間の行程である。

本地域は年平均降雨量は600mm程度であるが、経年の変動は非常に大きく「ジ」国内でも最も旱魃の被害を受けやすい地域として有名であり、1986年の旱魃においてもその惨状がしばしば新聞に報道された地域である。

##### (b) マグドウ (Magudu)

計画地区は作物栽培農業の南限に位置しこれより南ではほとんどが牧畜を主体としている。年平均降雨は約700mmであるが、河川に流水が見られるのは2~3ヵ月のみであり、その他の季節には農民は河床の砂を掘削して伏流水を得て生活している。

マシング市からはBeitbridge道路・Chiredzi道路を経て約130Kmそれより未舗装道約20Kmで事業地区に達する。

##### (c) ムンジャンガンジャ (Munjanganja)

計画地区はマシング市の北東約70Kmに位置し、標高1,100mと6つの事業地域のうちで最も標高が高い。河川の流出はほぼ年間を通して見られ水文的に見て最も有利なサイトである。

計画地区へはGutuまで舗装道路で約100Kmそれより先は未舗装で約40Kmである。

##### (d) チニヤマツムワ (Chinyamatumwa)

計画地区はBikitaの南東約15Kmに位置し、受益地はGarange小学校を囲む様に広がる。年平均降雨量は800mmと比較的多いが、花崗岩の亀裂が発達しているため直接流出は少なく、浸透水が所によって湧出しており、浅井戸によって飲雑用水を得ている。



マシゴ市から計画地区へはBikitaまで舗装道路で約110Kmそれより先は未舗装道路で20Kmである。

(e) マシヨコ (Mashoko)

計画地区はMatsai共有地の中心に位置し上流1Kmにはマシヨコ・ミッションがある。Matsai共有地はいわゆるMiddle Veld (標高600m~1,200m)では最も乾燥した地域として知られ、年平均降雨量は600mmであるが、河川流出は大降雨後の数日のみに限られる。

マシゴ市から計画地区へはBikitaまで舗装道路で約110Kmそれより先は未舗装道で約50Kmである。

(f) マブテ (Mabvute)

計画地区はZakaの南約25Kmに位置し、マシゴ州では最も降雨量の多い地帯で年平均降雨量は800mmを越えている。流出率は6つのプロジェクトサイトのうちで最も大きく、31.1Km<sup>2</sup>の流域面積で貯水容量3.1百万m<sup>3</sup>で年間利用可能水量は1.3百万m<sup>3</sup>に達する。

マシゴ市から計画地区へはZakaまでは舗装道路で約120Kmそれより先は未舗装で約30Kmであるが、現在舗装工事が進められている。

位置関連の指標の一覧表を表3-3に示す。

(2) 農業・社会経済

(a) ムサベレマ

この地区の農業は、穀物生産と牧畜の混合型であり、牧畜から全収入の20%程度を得ている。トウモロコシの他に落花生、四国稗等が栽培されているが、最近耐旱性作物としてひまわりが導入されている。

附近に大きな町や工場がないため農外収入の機会が少ない。

(b) マグドウ

この地区は過去何回も旱魃に見まわられており、比較的良好な土壌に恵まれているにもかかわらず生産性は低い。人口密度も他地区に比べて高く、1農家当りの耕地は1.8haと小さく、十分な農業収入を得る事はできないでいる。

農民は、附近のRenco金山やChiredziの商業農園やTriangleの精糖工場に出稼に行くのが常態となっている。

(c) ムンジャンガンジャ

この地区の農業は作物栽培農業が主体であり、牧畜の占める割合は低い。作物栽培のうち80%はトウモロコシの生産で1農家当り耕地も6プロジェクトサイトで最大である。

(d) チニヤマツムワ

この地区は典型的なトウモロコシ生産農業であったが近年落花生等の換金作物の導入が見られるようになった。しかし耕地面積が小さいので十分な所得とはならず、所得の25%は農外所得である。

(e) マシヨコ

本地区は作物栽培よりも牧畜に重点を置いた農業経営を行っており、穀物(トウモロコシ)栽培は自家消費用である。土地所有と異り、牛の所有に制限はないため牧畜主体農家では牛を多数所有するものと小数所有するものとで階層分化が生じている。

(f) マブテ

この地区は牧畜よりも作物栽培を主体とする農業で耕地面積も大きい。年間降雨量は6地区のうちでは最大であり、土壌が肥沃なこともあって農業生産は他地区に比べて安定している。

ZakaとChiredziを結ぶ舗装道路の建設が現在実施されており1989年中に完成の予定である。この道路は計画地区の西8KmにあるBotaを通過する事になっており、交通の便が良くなる事から将来、綿等の換金作物の導入が期待されている。

共有地の農業の基本的な数値を表3-4に示す。

表 3-3 事業地区位置指標

	ムサベレマ	マグドウ	ムンジャンガンジャ	チニヤツムワ	マシヨコ	マブテ
1. 行政区分						
郡	Mwenezi	Masvingo	Gutu	Bikita	Bikita	Zaka
共有地	Matibi I	Nyajena	Gutu	Bikita	Matsai	Ndanga
2. ダムサイト位置						
地図番号	2030D3	2031C3	1931C4	2031B1	2031B4	2031C2
座標	TN397011	UN143006	UP278155	UN654702	UN709346	UN388234
標高	672	514	1134	736	664	630
3. 河川						
河川名	Musaverema	Mwedzi	Mutore	Chinyamatumwa	Chenyere	Mushuche
流域面積 (Km <sup>2</sup> )	131.0	41.9	52.8	16.4	27.2	31.1
4. 公共施設 (距離)						
ビジネス・センター (Km)	Neshuro (26)	Nyamande (4)	Mutanbara (6)	Mujiche (4)	Magocha (3)	Mabvute (0.5)
小学校 (Km)	Shazhaume (10)	Magudu (5)	Munjanganja (0.5)	Garange (1)	Zindove (4.5)	Chipfunde (1)
ミッション (Km)	Matibi (3.5)	—	—	—	Mashoko (2)	—

表 3-4 共有地農業一般状況

	ムサベレマ	マグドウ	ムンジャンガンジャ	チニヤマツムワ	マシヨコ	マブテ
共有地名	Matibi I	Nyajena	Gutu	Bikita	Matsai	Ndanga
面積 (Km <sup>2</sup> )	1,037	595	2,775	1,931	431	3,076
人口 (人)	56,400	47,900	203,500	115,800	34,000	175,000
農家戸数	6,800	8,000	32,800	21,400	3,800	27,500
耕作面積 (ha)	25,200	14,100	155,400	30,300	6,000	70,900
人口密度 (人/Km <sup>2</sup> )	54.4	80.5	73.3	60.0	78.9	56.9
戸当り面積 (ha)	3.7	1.8	4.7	1.4	1.6	2.6
トウモロコシ収集 (トン)	10,200	6,800	30,800	23,100	3,300	34,200
面積当り収量 (トン/ha)	0.4	0.5	0.2	0.8	0.6	0.5

Source : Provincial Agricultural Extension Office

### 3.6 盛土材料

#### (1) ムサベレマ

##### (a) 土質材料

ダムサイト近傍は全般に緩斜面が形成されており、ここでは母岩 (Gneiss) の強風化帯が広範囲に分布する。そして河道から少々はなれた低丘状の緩斜面の風化が厚い傾向にある。反面河道に近づく低位緩斜面は土質層の形成深度や範囲が縮まる。特に両岸ダムサイト附近及び右岸直上流附近は土質層の分布が少ない。これ等の地質特性、土取場規模及び運搬距離等を考慮して、コア材料 (不透水性材料) 及びシェル材料 (半透水～不透水性材料) の土取場を下記の様に計画した。

- ・ コア土取場；左岸アバット、ダムサイト直上流低丘状緩斜面 (水没面以上)
- ・ シェル土取場；右岸アバット、上流低丘状緩斜面 (水没面以上が主体) 及び左岸アバット上流、河道寄り緩斜面帯 (水没面以下)

これ等の位置については、資料編に土取場案内図に示している。

各土取場の土質は類似しているが、コア土取場材料は他より少々粘性に富んでいる。両材料土取場要旨は以下のとおりである。

名称	材 料		平均利用 可能深 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離 (Km)
	統一分類					
コア	赤色状粘性土 ～砂質粘土	CL ～ SC	1.5	200m×500m×1.5m =150,000	62,000	1.0
シェル	赤色状及灰色 ～砂質粘土	SC	1.0	300,000m <sup>2</sup> ×1.0m +60,000m <sup>2</sup> ×1.0m =360,000	159,000	1.7

##### (b) フィルター材料

堤体のフィルターゾーンに使用する砂材料は、ダムサイトを流下するMUSAVEREMA川より直接採取利用ができる。本ダムサイトより約350m下流にもセキが設けられていたが、このセキ上げ効果及び流域面積が131Km<sup>2</sup>と大規模であること等により、セキより上流の河床に相当の砂が堆積している。フィルターの採取地としては、ダム貯水効率を多少なりとも高める為、ダムサイト上流側を主として計画する。この他河床部堤敷掘削によって得られる砂材料も使用できる。

賦存量	$20\text{m}^2 \times 2,000\text{m} = 40,000\text{m}^3$
必要量	$7,100\text{m}^3$
平均運搬距離	1.5Km

(c) ロック材料

堤体下流のり先の透水ゾーン及び上流斜面のリップラップ材料としての岩石材料は、ダムサイト左岸奥の小山の原石山から採取する計画とする。ここでは表面から硬質でマッシュな岩盤が分布する。そして、必要 $4,800\text{m}^3$ を量的、質的に問題なく発破後採取できる。ここでの岩種等は以下のとおりである。

岩種	Gneiss (花崗片麻岩)	
運搬距離	1.5Km	位置 TN401026

(2) マグドゥ

(a) 土質材料

ダムサイト上流近傍は、左岸側が緩斜面が形成されているのに対し、右岸側は山が近づき左岸に比較して急になる。この地形を反映して、左岸側ら土質層が広範囲に分布する。従って土質材料土取場は左岸側から選出される。ダムサイト直上流附近には一部緩斜面の形成され、土層も厚く分布しているが、面積規模として十分とは言えず、主たる土取場としては計画外とした。この結果、土質材料の土取場は下記のように計画した。

- コア土取場 ; 左岸アバット直流、河床寄り緩斜面 (水没面以下が主体)
- シェル土取場 ; 左岸アバット上流、地区幹道添緩斜面 (水没面以上が過半)

各土取場の土質は類似しているが、コア土取場では粘性に富む層が厚いと考えられる。地質は、二次堆積性土及び母岩 (Gneiss) の強風化粘性土である。両材料土取場要旨は以下のとおりである。

名称	材 料	統一分類	平均利用 可能深 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離(Km)
コア	赤カッ色粘性土～ 砂質粘土	CH ～ SC	1.5	200m×600m×1.5m =180,000	38,000	0.7
シェル	灰色ないし赤色状 砂質粘土	SC	1.5	240,000m <sup>2</sup> ×1.5m +90,000m <sup>2</sup> ×1.5m =495,000	117,000	1.5

この他、洪水吐、堤敷掘削材はシェル材に流用できる。

(b) フィルター材料

本ダムサイトを流下するMWEDZI川は、ダムサイト直上流左岸より支川が合流する。この支川及び合流点より下流側の本川河床部に堆砂が多く認められる。しかし、その堆砂量は、5m<sup>3</sup>/m程度で多量にまとまって分布することはなく、必要量を得るには相当の長さにわたって河床を掘削することになる。効率よく採取するには、このMWEDZI川河床の他にも、まとまった採取地も必要と判断され、その候補地探索を行なった。この結果、地区外のMATIZI川がその候補となった。これ等の賦存量等は以下のとおりである。

必要量 4,000m<sup>3</sup>

MWESZI川

賦存量 5m<sup>2</sup>×2,000m=10,000m<sup>3</sup>

平均運搬距離 2.0Km

MATIZI川

賦存量 10,000m<sup>3</sup>以上 (ただし、道路橋でセキ上げられ、まとまって堆積する)

運搬距離 17Km (位置 UM 145,922)

(c) ロック材料

ダムサイト上流左岸で、旧地区商店の裏手に当たる小山が適度な規模を有した良質岩が地表から分布する。ここを本ダムの原石山として計画する。その岩種、位置等は以下のとおりである。

岩種 Gneiss (花崗片麻岩)

運搬距離 1.5Km  
位置 UN 078028

(3) ムンジャンガンジャ

(a) 土質材料

ダムサイト附近及びその上流にかけては、母岩(花崗岩)の強風化帯が広範囲に分布する。しかし地形は左岸アバットが相当緩斜面なのに対し、河床添い及び右岸アバットが左岸に比較して急である。この為、強風化帯は左岸側に多く分布する。本ダムの洪水吐は、地形及び地質を考慮して左岸アバット高位部の非常に緩い斜面に計画されている。この為、洪水吐流入部では、相当の掘削除去が必要となる。従って、この位置を土取場と計画とすることが、ダムの経済的建設に大きく役立つ。ただしここでの強風化帯は、SCに分類されるものが多いが、全般的粘性が低い傾向にある。一方、ダムサイト左岸下流では支川を挟んだ緩斜面帯では、赤カッ色で粘性の高目な強風化帯が分布する。この材料はパイピング抵抗性が充分あり、コア材として適すると判断される。この結果、付図土取場案内図にも示しているが、下記の様に土取場を計画した。

- コア土取場；左岸アバット下流緩斜面
- シェル土取場；左岸アバット直上流緩斜面(水没面以上が過半、ただし洪水吐流入部に当たる)

上記土取場の要旨は下記のとおりである。

名称	材 料	統一分類	平均利用 深度 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離(Km)
コア	赤カッ色砂質 粘土、少々レキ含む	SC	2.0	45,000m <sup>2</sup> ×2m =90,000	42,000	1.7
シェル	赤色状砂質粘土	SC	2.0	200,000m <sup>2</sup> ×2.0m =400,000	116,000	1.2

(b) フィルター材料

本ダムサイトを流下するMUTORA川は比較的堆砂が少ない。採取しやすい形で河床部に堆砂するのは、ダムサイト左岸下流の支川であるが、ここではコンクリート骨材に利用できる程度で



堤体に利用できる規模ではない。従って地区外からの搬入が計画される。その採取候補地は以下のとおりである。

#### MUKURO川

賦存量	1,000~2,000m <sup>3</sup>
運搬距離	12Km
位置	UP283222

#### DEVURE川

賦存量	10,000m <sup>3</sup> 以上
運搬距離	14Km
位置	UP290243

必要量 5,300m<sup>3</sup>

従って、DEVURE川が主体となる。

#### (c) ロック材料

ダムサイトより直距にして約0.5Kmの本川添い両岸には新鮮な硬質岩が露頭し、そこでは比高7~8mの急崖が形成されている。ここを原石山として計画する。岩種・位置等は以下のとおりである。

岩種	; Granite (花崗岩)
運搬距離	; 1.0Km
位置	; UP277,152

#### (4) チニャマツムワ

##### (a) 土質材料

本ダムサイト周辺は、ダム軸附近ないしその下流側において両岸共露岩が浅くなり、土層の発達は低い。ダムサイト上流側は、左岸側直上流部を除いて、傾斜が緩く強風化帯が発達している。この附近の地質はGneiss (花崗片麻岩) 及びPegmatite (巨晶花崗岩) が分布する。Pegmatiteの強風化帯は赤色化し粘性が高い不透水性土である。この中には石英の未風化小レキが残存する

が、用土として問題のある混入量ではない。この強風化帯は右岸アバット直上流附近に分布している。

Gneissの風化帯はダムサイト上流に広範囲に分布する。赤カッ色、灰カッ色の強風化帯は粘性のある砂質粘土で不透水性材料に使用可能なものが多いが、Pegmatiteの強風化帯より現実性が低いと考えられる。これらの材質及び効率のよい採取を考え、下記の様に土質材料の土取場を計画した。

- コア土取場 ; 右岸アバット直上流 (水没面以上が主体)
- シェル土取場; 右岸アバット上流低位部 (水没面以下) 及び左岸アバット上流 (水没面以上が過半)

名称	材 料	統一分類	平均利用 深度 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離(Km)
コア	赤色粘性土 (少々レキ含有することあり)	CH ~ SC	2.0	200m×300m×2.0m =120,000	40,000	0.7
シェル	赤カッ色及び灰 カッ色砂質粘土	SC	2.0	(100m×500m+300m ×300m)×2.0m =280,000	141,000	1.1

(b) フィルター材料

本ダムサイトを流れるCHINYAMATUMWA川は河床部に堆砂が認められる。長々と河床を河川に添って採取すれば量的には必要量が得られるが、まとまった個所が無いので効率が悪い。この為、追加採取地を地区外に探し求めた結果、MUJICHE川が候補として選出された。ここでは道路橋が河床をせき上げ、まとまって砂の堆積が認められた。これら採取地の要旨は以下のとおりである。

CHINYAMATUMWA川

賦存量            5m<sup>2</sup>×1.5Km=7,500m<sup>3</sup>

運搬距離        0.7Km

MUJICHE川

賦存量            10,000m<sup>3</sup>以上

運搬距離        6Km

位置              UN643643

必要量 4,500m<sup>3</sup>

(c) ロック材料

ダムサイト直下流右岸には母岩が露頭する小丘があり、その規模は本ダムロック材料原石山として適度である。ただし、やや風化が進み、岩質は十分硬質だが亀裂が発達している。従って、リップラップには歩止まりが少々低いと考えられる。岩種・位置等の要旨は以下のとおりである。

岩種 ; Pegmatite (巨晶花崗岩)

運搬距離 ; 1.0Km

位置 ; UN651697

(5) マシヨコ

(a) 土質材料

本ダムサイト近傍は、一部ダムサイト右岸アバット取付部を除き全般に平坦地形を呈している。河床部は河川の蛇行が著しく、沖積世堆積物がやや広範囲に分布する。沖積世堆積物は主としてシルト質細砂が多く、築堤材料に適さない。また、ダムサイト付近では粘土分をある程度含有し不透水性～半透水性の沖積世の堆積物が右岸側に認められるが、水浸透時の細粒子分散性 (dispersive) の用土となるのでこれも築堤に適さない。

本ダム築堤材料となる土質材料はダムサイト上流側の両岸緩斜面帯で母岸の強風化帯が該当する。本地区は地質構造が複雑で各種の基岩が分布するが、強風化帯としては、右岸側が赤色を帯び、左岸側が灰色状主体である。赤色状のものは他に比較して若干細粒で粘性が強い。この土性及び強風化帯の分布規模、作業効率等を考慮し下記のような土取場を計画した。

- コア土取場 ; 右岸アバット上流、ダムサイト正面緩斜面(水没面以下が過半)
- シェル土取状 ; 左岸アバット上流緩斜面(水没面以上が過半)

土取場の要旨は以下のとおりである。

名称	材 料	統一分類	平均利用 可能深 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離(Km)
コア	赤色状粘性土 ～砂質粘土	CH, SC ～ GC	1.5	125,000m <sup>2</sup> ×1.5m =188,000	49,000	1.6
シェル	灰色砂質粘土	SC ～ GC	1.5	240,000m <sup>2</sup> ×1.5m =360,000	162,000	0.7

(b) フィルター材料

本ダムサイトより上流約1Kmから、上流側にかけては堆砂が目立つ様になる。この堆砂はさらに約1Km上流の破損した小ダムまでは続く。堆砂規模は河道長当り5～10m<sup>3</sup>で平均8m<sup>3</sup>が期待できる、賦存量としては必要量をカバーできる。しかし、まとまって多量に採取できる所は無い為作業の効率は良好とは言い難い。

ダムサイトから(地方幹線)道路距離で24Kmの所で大河川のTURWI川に当る。ここではまとまった堆砂面が形成されており、多量の採取が見込める。これは予備採取場として好適である。これらの採取場要旨は以下のとおりである。

ダムサイト河川 (CHENYEKE川)

賦存量 8,000m<sup>3</sup>  
運搬距離 2.0Km

TURWI川

賦存量 10,000以上  
運搬距離 24Km  
位置 UN651494

必要量 6,800m<sup>3</sup>

(c) ロック材料

ダムサイト右岸の直上流では、比高25m程度の小丘が張り出している。地表より露岩するが、亀裂・破碎の発達した岩盤である。しかし岩塊自体は十分に硬質でロック材料に使用できる。この小丘は地区幹線道に面しており、採取し易い位置にあるが、半面工事中の安全には十分注意を払う必要がある。この小丘の脚部にはガイスイとなって、レキが分布する。少々土砂も混るが堤体

下流ののり先透水ゾーンに使用可能と考えられる。この材料は発破を要しないで採取できる。この原石山の岩種等は以下のとおりである。

岩種 ; Metabasite

運搬距離 ; 1.0Km

位置 ; UN706341

(6) マブテ

(a) 土質材料

ダムサイト近傍では、河川の兩岸脇が急な斜面を呈するが、それ以後河川離れるにつれ斜面が兩岸共緩くなる。地質は本川に添う形で破碎帯が形成され、兩岸アバットで地質が異っている様子である。この強風化した土層にも少々差異が感じられ、左岸側(特に上流寄)は層性の高い粘性土が分布し、右岸側は層性の中位な砂質粘土が分布する傾向がある。この土性及び経済的採土等を考慮し、以下及び土取場案内図に示す様な土取場を計画した。なお河川寄の急崖附近はシルト質な沖積世堆積が発達しているが、この材料は築堤には適さないので施工上注意を要する。

- ・ コア土取場 ; 左岸側上流緩斜面及び洪水吐流路数(水没面以上が過半)
- ・ シェル土取場 ; 右岸側上流緩斜面(水没面以上が過半)

土質材料土取場の容旨は以下のとおりである。

名称	材 料	統一分類	平均利用 可能深 (m)	賦 存 量 (m <sup>3</sup> )	必要量 (m <sup>3</sup> )	平均運搬 距離(Km)
コア	暗赤色～赤色状 粘性土～砂質粘土	CH, CL ～ SC	1.0	(60,000+100,000)m <sup>2</sup> ×1.0m =160,000	50,000	1.6
シェル	赤色状～灰色 砂質粘土	SC	1.5	(20,000+50,000+ 150,000)m <sup>2</sup> ×1.0m =330,000	122,000	1.3

(b) フィルター材料

ダムサイト河川及びその上流支流(直上流左岸)に堆砂が形成され、必要量は得られる。しかしまとまって採取できる所は無く効率は悪い。一方、本ダムの下流約7Kmには損傷しないで残存するが、堆砂して使用不可となった小規模ダムがある。ここでの採砂は容易であり、また量的に

は問題がない。またダムから砂を採取することは、ダムを再生することにもつながるので、地元砂計画が望まれる。これ等の砂の採取場の要旨は以下のとおりである。

ダムサイト附近 (MUSUCHE川)

賦存量 8,000m<sup>3</sup>

運搬距離 2.0Km

下流堆砂ダム (MUSUCHE川)

賦存量 10,000m<sup>3</sup>以上

運搬距離 8.0Km

位置 UN443246

必要量 4,800m<sup>3</sup>

(c) ロック材料等

左岸アバット奥の適度な規模を有し、硬質塊状岩盤からなる小山を原石山として計画する。

岩質 Gneiss (花崗片麻岩)

運搬距離 1.0Km

位置 UN387243

## 第4章 計画の内容

### 4.1 目的

マシング州の年間降雨量は商業農園の展開する州の中央部では800mm~1,000mmと比較的多いが周辺部の共有地では500mm~700mmと少く、しかも降雨の大半は11月~2月の雨期に集中し乾期には殆ど降雨をみない。共有地の農業は、トウモロコシを主体とし耐乾性のひえ等主食用穀類を雨期の降雨を頼りに栽培している。雨期降雨量そのものが少ないうえ、年によって変動が大きく、かんばつ年には300mm~400mmと少いため、農業生産高は著しく低下し、地域によっては無収穫となる。かんばつ年には農民自らの食べる食糧にも不足をきたし、政府のかんばつ救援食糧に頼らざるを得ない状況に陥いる。また、共有地では農家1戸当り3~4頭の牛とロバ、羊等の小家畜を飼育しているが、かんばつ年には十分な飼料がない事と特に飲料用水がないことにより農家は水源を求めて家畜を移動せねばならない。甚しいかんばつ年には家畜頭数削減の為の屠殺を行わなければならない状況にある。

本計画の目的は、前述の様な水不足の状況にあるマシング州の共有地内に流下する中小河川支流に中規模ダムを建設して、地表水の水資源開発を行い灌漑用水、家畜用飲雑用水を確保することにある。灌漑を行うことにより、トウモロコシ生産の安定的な高収量の確保と、新鮮野菜の年間を通して供給することにより、食糧の安定確保と農民の栄養バランスの改善を計るものである。

以上の直接的な目的に加えて、本計画はダムおよび附帯施設建設の技術を「ジ」国側に移転することおよび完成した施設を運用する事により農民に灌漑農業に必要な技術の習得と農民層への普及というモデル的パイロット的役割も大きい。

### 4.2 計画の検討

#### 4.2.1 要請の内容

「ジ」国のMEWRDおよびAGRITEXはマシング州の6ヶ所の中規模ダムとこれに附帯する導水路、調整池および圃場の建設とこれに要する建設機械の供与を3フェーズに分けて実施する様、要請してきたものであり、以下の点について要請内容の検討を行った。

#### 4.2.2 計画の妥当性・必要性

##### (1) 水資源開発国家計画

「ジ」国における年平均河川総流出量は $19,910 \times 10^6 \text{m}^3$ と算定されており、水資源の開発可能量および既開発量は下表のとおりである。

単位： $10^6 \text{m}^3$

	貯水量	利用量
開発可能量	39,820	11,260
既開発量	5,831	2,476
開発達成率	15%	22%

MEWRDは、1986年より1990年までの5年間で $1,500 \times 10^6 \text{m}^3$ の貯水池を築造する計画であるが、資金不足により1989年4月現在において $800 \times 10^6 \text{m}^3$ 完工したが、計画より遅れている。さらに1991年より1995年までの5年間で $1,500 \times 10^6 \text{m}^3$ の貯水池築造を計画している。

##### (2) 全国中規模ダム計画

「ジ」国の独立(1980年)以前の灌漑農業は大規模商業農園を中心に進められ、灌漑用水13.2億 $\text{m}^3$ を確保し15.5万haの農地を灌漑してきた。これに対して共有地の灌漑の状況は次表のごとくであり、全国の灌漑面積で3,075haにすぎない。

州	事業数	灌漑面積 (ha)	農家戸数 (戸)
Manicaland	10	1,980	2,382
Mashonaland	1	2	6
Masvingo	8	208	1,614
Matabeleland North	7	42	176
Matabeleland South	12	543	1,819
Midland	15	300	1,244
合計	53	3,075	7,241

「ジ」国政府は“公平を伴う成長”(Growth with Equity)を標榜し共有地の開発を積極的に進めてきたが、特に水資源の開発に意を注ぎ、各州における中規模ダム計画の立案を先進諸国および国際機関に要請した。これを受けて各国は州単位で調査を行い中規模ダム計画策定は5州において完了しており、3州において調査継続中である。(日本はマシング州を調査し1988年3月最終報告書を提出した。)これら州単位の中規模ダム計画によると、中規模ダム候補地を1州当たり80~150ヶ



所あり、そのうち30~40ヶ所のダム候補地は緊急性・経済性の観点より優先プロジェクトとされており、早急な建設が望まれているが財政難と技術者不足のため建設は進んでいない。

### (3) MEWRDの保有建設機械

現在、MEWRDは建設機械は所有しておらず、直営工事のために毎年、運輸省のCMDあるいは民間のリース会社より建設機械を借用し工事を行っている。最近5カ年の使用実績を下表に示す。

MEWRDのリース建設機械使用実績

単位：台

	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	平均
金額(百万Z\$)	2.5	2.8	1.8	11.2	11.1	5.9
ブルドーザ	6	2	2	6	8	4.8
モータースクレーパー	9	3	3	9	12	7.2
ホイールローダー	3	1	1	3	4	2.4
モーターグレーダー	3	1	1	3	4	2.4
グラウトポンプ	3	1	1	3	4	2.4
コンプレッサー	6	2	2	6	8	4.8
散水車	6	2	2	6	8	4.8
バックホウ	3	1	1	3	4	2.4
タイヤローラー	3	1	1	3	4	2.4
ダンプトラック	6	2	2	6	8	4.8

最近2カ年は11百万Zドル(約8億円)のリース料を支払っているが、老朽化した整備の悪い機械しか借用できない。

### (4) マシゴ州における中規模ダム計画

マシゴ州の中規模ダム計画は「ジ」国政府の要請によりJICAが1986年9月よりF/S調査団を現地に派遣し1988年3月にフィジビリティレポートとして取りまとめたものである。この計画においてマシゴ州内に98ヶ所の中規模ダムサイト候補地が選定された。さらに灌漑適地面積、飲雑用水供給が可能な家畜頭数、ダム建設費用および可能水量等の要素から37ヶ所の優先ダム計画が選定されている。

(5) 代替水源

灌漑用水の水源として地下水を使用することは不可能である。それは地下水の賦存量が少なく飲料水として優先的に使用しなければならないこと、井戸1本当りの灌漑面積は0.1~0.2haであり水源として小さすぎる。

(6) 事業計画地区の選定

事業計画地区の選定にあたっては、その直接目的たる灌漑用水と家畜用飲雑用水の確保という面から考えると前述の優先ダム計画のいずれから着手してもよいと考えられる。しかしダム建設の「ジ」国側への技術移転を考えると、MEWRDもAGRITEXも第一線の建設および維持管理技術者は各郡に出向しており、各郡で1ヶ所の事業を実施することにより、技術移転は広範囲に円滑に行われる。また農民の灌漑農業の習得と知識に普及についても、この計画によって造成される灌漑農地の分配に与かる農民は通作距離5Km以内であろうが、将来の灌漑農業の拡大のために、農民を実地に見聞させ灌漑農業の知識の普及と意欲の向上を計るには、25~30Km以内に灌漑実施のモデル地区が必要である。

以上の理由により、計画位置図に示された6ヶ所の地点で中規模灌漑計画を実施することは妥当である。

(7) 計画の有効性

要請された6ヶ所の中規模灌漑計画は、灌漑面積で20ha~100haと小規模であるがこの作物増産効果をマシゴ州で既に実施されているMapanzure灌漑計画の成果で検討する。

(a) Mapanzure灌漑計画概要

(i) 事業の経緯

1968年取水堰が建設され雨期作のみを対象とした灌漑計画であったが、取水堰が土砂で埋没したため上流に中規模ダムが1975年に建設された。

(ii) 計画規模

流域面積	42.8Km <sup>2</sup>
貯水量	123万m <sup>3</sup>
堤高	17m

堤長 320m  
 灌漑面積 48ha

(iii) 農地の配分と運営

1人当り 0.26ha 180戸に分配

水利費として 14.5Zドル/0.1ha

受益農家180戸により灌漑委員会が組織されており、委員長・副委員長の他12人の委員が選出され作付体系の選定・水配分について決定する。

AGRITEXからは専属普及員が配属され指導にあたっている。

灌漑委員会とは別に農業協同組合が組織され肥料・農薬の購入・生産物の出荷に当たっている。

(iv) 農業生産

現在まで、トウモロコシと落花生が主な生産物であり、その収量は次のとおりである。無灌漑乾燥農業の収量も参考に示す。

単位(トン/ha)

作物	Mapanzure 灌漑事業			無灌漑 平均
	最低	最高	平均	
トウモロコシ	2.5	10.5	6.9	0.8
落花生	2.5	5.0	3.9	0.4

トマト、茎葉野菜の需要が増大していることおよび輸送手段が改善されつつある事より将来の野菜栽培導入が期待されている。

(b) 計画の有効性

本計画の主要な直接効果は次の3点である

- ・ トウモロコシ等穀物増産効果
- ・ 新鮮野菜の年間を通しての供給
- ・ 家畜用飲雑用水の供給

以下これらの効果について述べる。

(i) 穀類増産効果

Mapanzure灌漑計画の例でも明らかな様に灌漑による穀類の増産効果は著しいものがある。トウモロコシを例にとれば平均6.9トン/haで雨期作と乾期作の2作が可能になる事より現況の乾燥の農業0.8トン/haの約17倍の収量に当り、計画の平均灌漑面積50haは850haの現況乾燥農業の耕地面積に匹敵する。

この著しい収量の違いからも農家1戸当り灌漑耕作の配分が0.1ha~0.2haであることもそれが乾燥農業耕作の1.7ha~3.4haに当ることを考えると十分納得できる配分である。

(ii) 新鮮野菜の年間を通しての供給

「ジ」国における野菜の消費量は年間1人当り16.5Kgで、ケニヤ(22kg)、タンザニヤ(46kg)に比較的してかなり低いレベルである。これは、乾期の野菜生産は、灌漑なくしては不可能であり、現在共有地では河川の伏流水を河床に穴を掘りバケツで汲んで数10m<sup>2</sup>の箱庭的な菜園に灌水して栽培しており、乾期における野菜生産量は不足している。

いま計画の平均灌漑面積50haの20%に当る10haで野菜栽培を行うものとする気候的には年2回の収穫ができるから収量は、

$$10\text{ha} \times 20\text{トン/ha} \times 2\text{回} = 400\text{トン}$$

年間の1人当り消費量の増加を見込み1人当り20kg消費するとして2万人に供給できる事となり、周辺農民の栄養改善に多大の効果をもたらす。

(iii) 家畜用飲雑用水

現在乾期には河床に穴を掘って伏流水を家畜の飲用に供しているが、本計画によりダムが完成すれば平常時においても約5Km圏内の家畜(約1,000頭~2,000頭)の飲用に供す事ができる。さらにかんばつ年には約10Km圏内の家畜(約4,000頭~8,000頭)の飲用水となり、かんばつ年にも家畜の減少をくいとめる事が可能となる。家畜飲用水を得る事ができる様になる被益農家戸数は1ダム当り約3,000戸と推定される。

#### 4.2.3 実施機関と運営計画

##### (1) 実施機関

事業の実施機関はMEWRDとAGRITEXの2つの機関によって以下の様な分担により実施される。MEWRDは大規模ダム、中規模ダムの開発を始めとし、地下水開発のための井戸工事におよぶ水資源開発のすべてを管轄しており本事業にあつては次の事業内容を実施する。

- － 中規模ダムの建設
- － 導水路の建設
- － ファームポンドの建設

AGRITEXは農業開発に関する政策の実施機関であり、農業技術の改善・普及や近代的農法を農民に普及する業務を担当している。本事業の実施にあつては次の事業内容を担当する。

- － 圃場の造成
- － 圃場内の付帯施設の建設

「ジ」国においては、現在同種の事業推進のために両省は本省の他に夫々の州に州事務所を設置している。両省の実施機関の組織は図4-1および図4-2のとおりである。

##### (2) 事業実施体制と運営計画

事業実施の統轄責任省はMEWRDであり事業実施はMEWRDとAGRITEXによって分担されることになる。MEWRDは、関連する事業遂行のための事務の統轄業務を行い農業省、大蔵省等の関係省庁との業務調整を計る。

両省は事業実施にあつては本省において必要な予算、要員の確保、調整を行い事業の具体的な実務はそれぞれの州事務所が担当する。

MEWRDの州事務所の実施運営体制は図4-1に示す如く、所長の下に計画部長(Planning Engineer)、水供給部長(Water Supply Engineer)、管理部長(Administration Senior Executive)の3部がある。

請負工事を担当する建設業者の指揮、監督は州事務所所長の管轄となる。又日本から供与される建設機械の管理責任は州事務所の水供給部長(Water Supply Engineer)の管轄下にあるワーク

ショップがこれに当たる。本プロジェクトの実施にあたっては技術部と事務部の要員が実施開始と同時に任命される。技術部門においては土木部長 (Civil Engineer = C.E) と技術員 (Civil Engineering Technician = CET) とが担当し、事務部門においては管理部長 (Executive officer = E.O) と事務員 (Clerks) で構成されている。州事務所全体で夫々技術部門と事務部門に約20名内外配属されている。

一方AGRITEXの州事務所 (Provincial Agricultural Extension Office = PAEO) の実施運営体制は図4-2に示す如く、技術部、普及事務部、現地支所に夫々業務が分割されている。

直営工事により実施される事業の担当は現地支所が担当することになる。州内の7つの郡に支所が設置され、各支所には業務の多少により配属職員は異なるが40名から100名程度の人員が配属され夫々の所管業務を実施している。本計画における圃場の造成事業の実施にあたっては郡事務所の普及監督員 (Extension Supervisor)、普及員 (Extension Worker)、灌漑技術員 (Irrigation Foreman) 或は作業員 (General Hands) が夫々直営工事に携わることとなる。(図4-3参照)

この場合各事務所職員の移動、或は増員は州事務所の所長が調整し、州事務所に対する職員の調整は年度毎に本省が実施する。従って本事業の実施される郡毎にそれを担当する職員の任命と補充が行われる。又日本から供与される圃場建設機械は州事務所 (PAEO) の所管となり、州内の各プロジェクト実施に対応し管理される。又機械の修理、補修は現場で行える小修理以外はすべて現存の機械センター (Central Mechanical Equipment Department = CMED) に依頼して行われる。

### (3) 「ジ」国の実施する圃場造成工事

圃場造成工事は農業普及局の直営工事によって実施される。この場合、圃場敷地の耕作権、或は再入植農家の再配分等の工事実施は次の様な手順による。

AGRITEXの州事務所が実施するこれら工事着手から工事完成までの耕作権と再配分による入植農家の手順は図4-4に示すとおりである。AGRITEXは本計画と同種の事業の実施経験があり、事業着手の決定後ただちに農家との交渉が開始され用地取得し工事完成後入植再配分が行われる。この場合再入植農家への配分の政府の方針は0.1ha又は0.2haとされているが、現在耕作権の所有者に優先的に再配分する考慮されている。AGRITEXはこれら一連の手続き手順において農民の交渉、指導、相談を行うと共に関係政府機関との調整も実施する。しかし再入植農家の最終決定は地方政府のローカルカウンセラーと灌漑委員会 (Irrigation Committee) の職務権限による。

図 4-1 水資源、エネルギー開発省、州事務所組織図

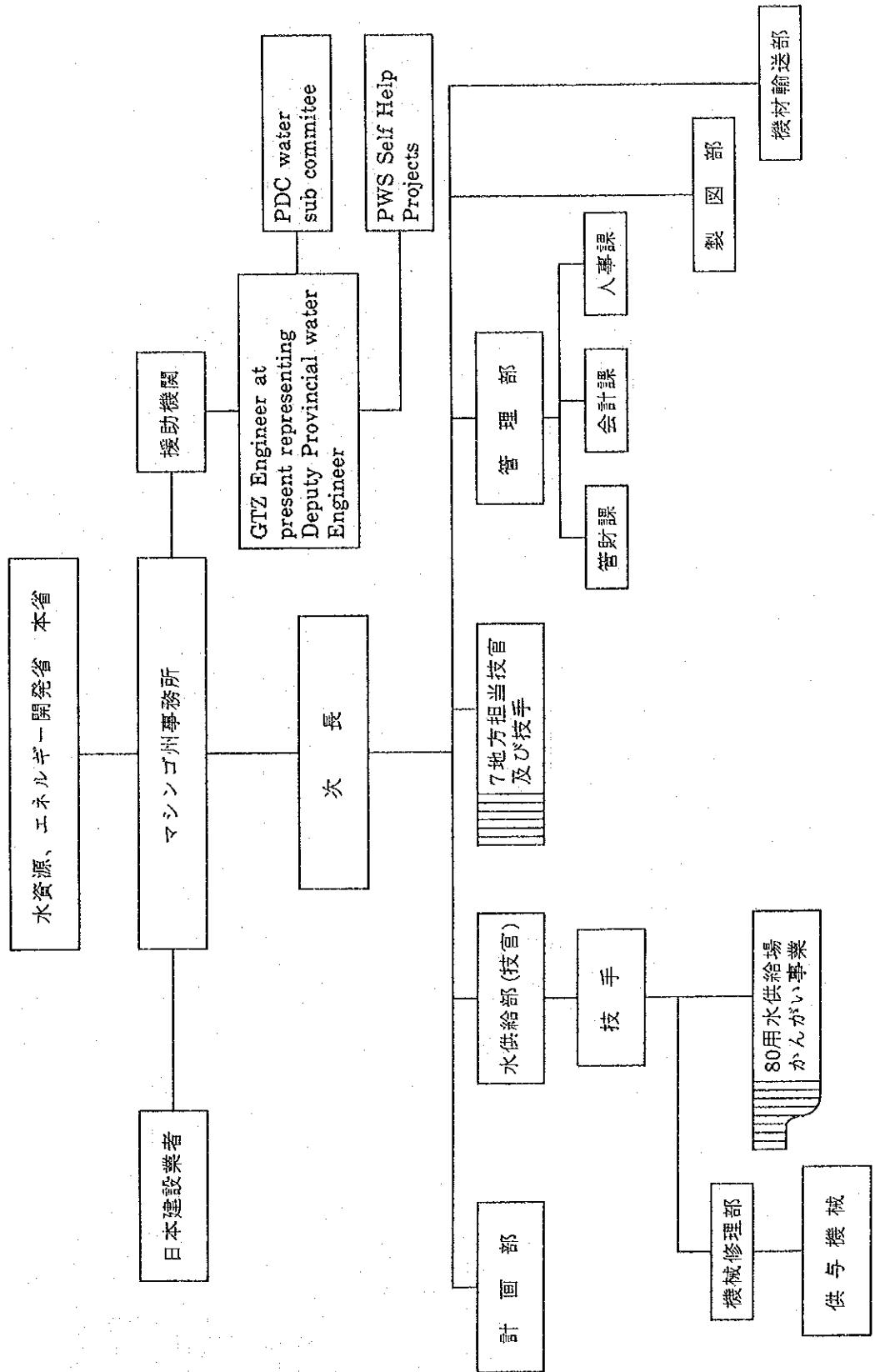


図 4-2 農業省、農業普及及局州事務所組織図

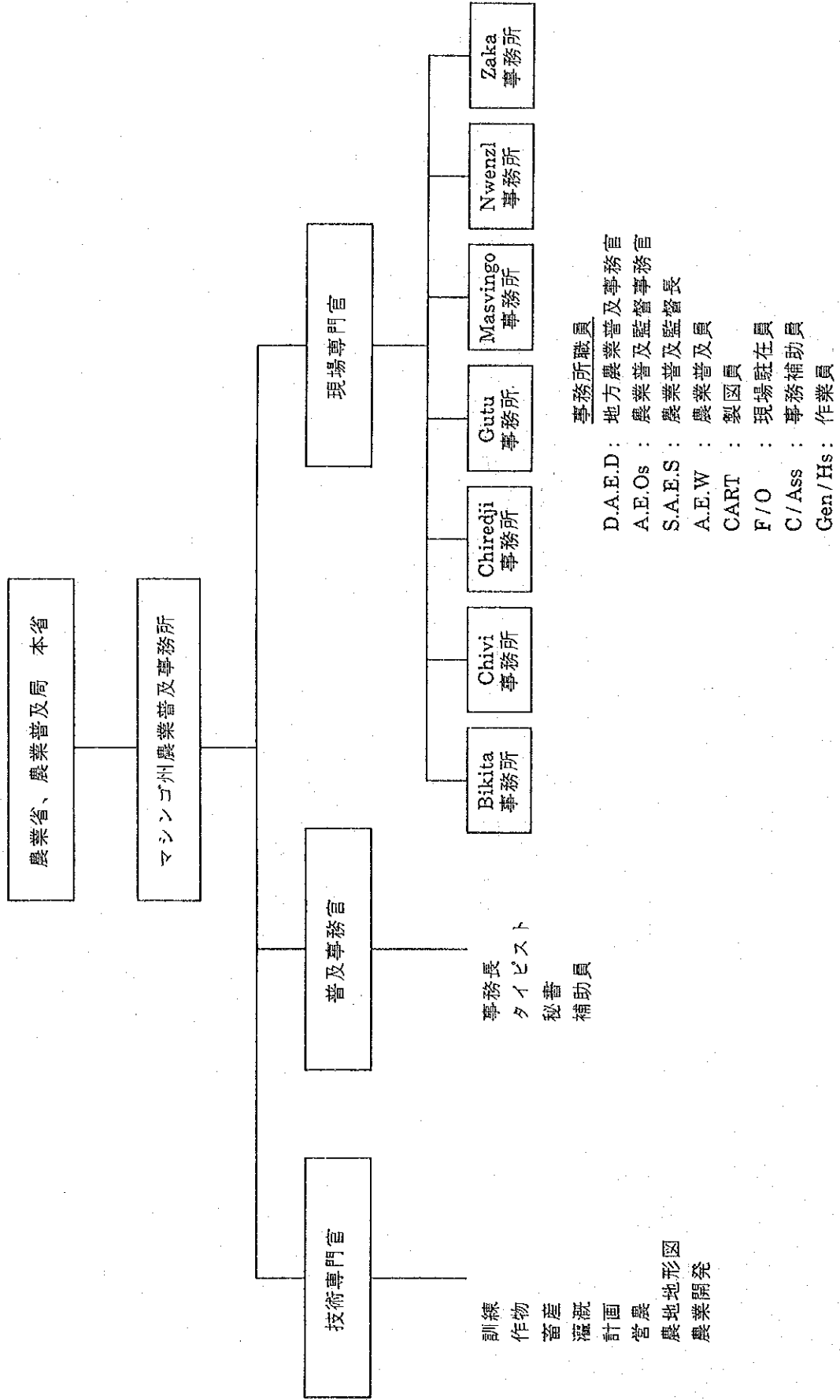




図 4-3 農業省、農業普及局州事務所の人員配置図

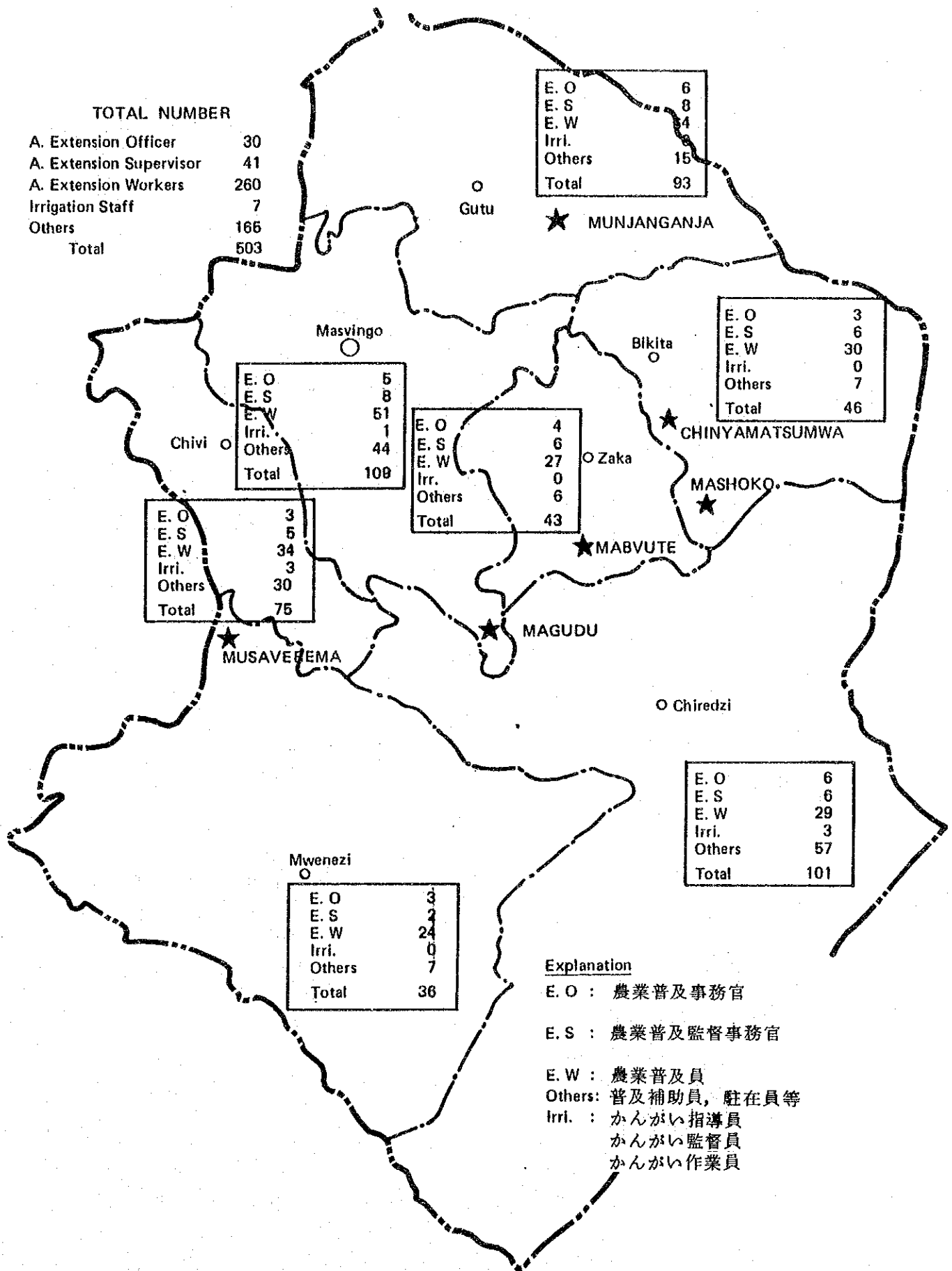
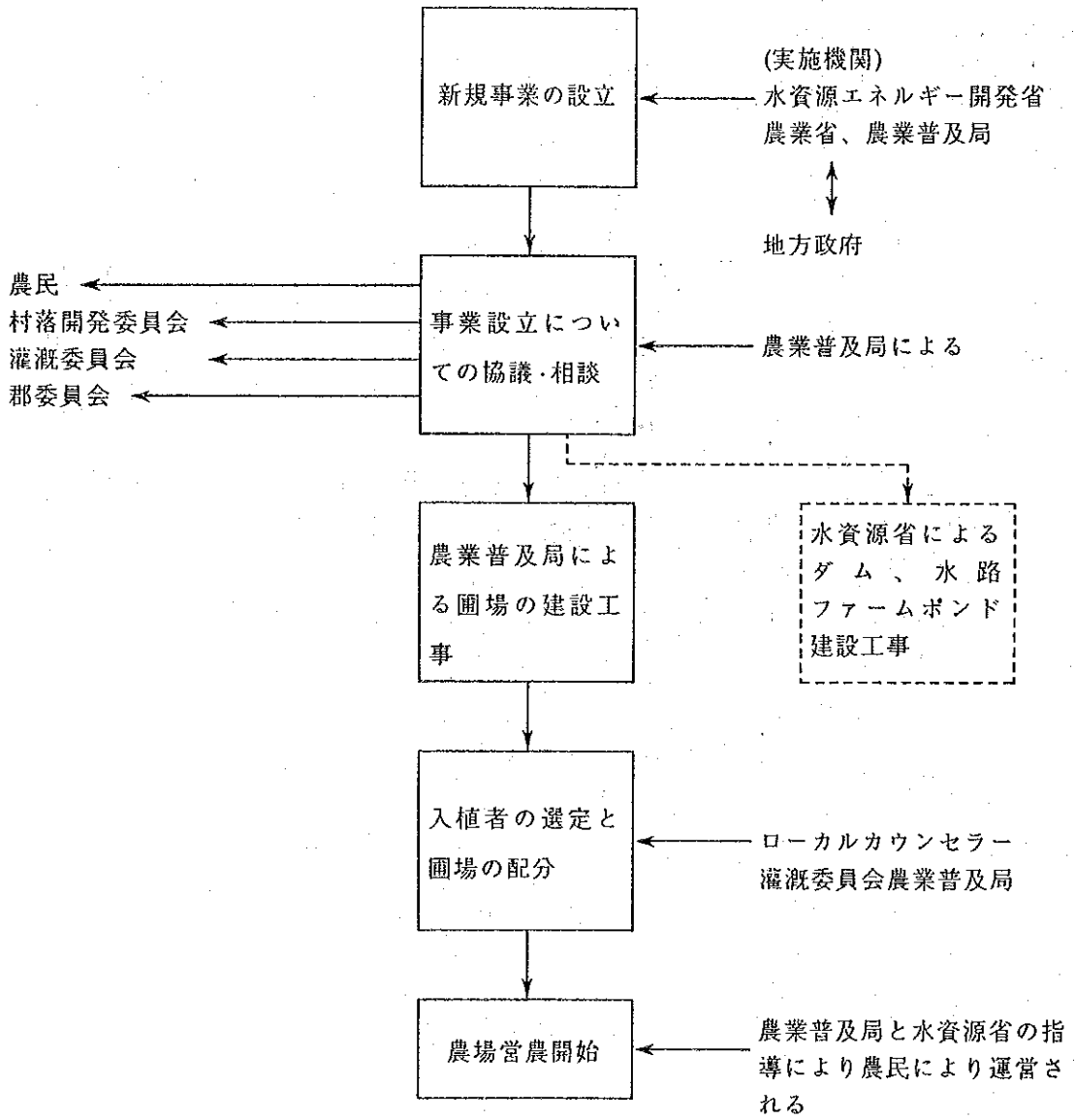


図 4-4 プロジェクトの設立手順



#### 4.2.4 類似計画及び他の援助計画との関係

##### (1) 「ジ」国における中規模ダム計画

エネルギー・水資源・開発省は国内の各州で中規模ダムプログラムを推進しようとしている。既にマシング州を除く7州において下表に示す如く計画又は実施中である。本計画は他州と同様の中規模ダムプログラムの一貫として実施されるものである。各州の進捗状況は下表に示すとおりである。調査が完了した地区が5州、調査中のものが2州であり、ミッドランド州及びマタベランドの2州においては建設工事が着工されている。

州名	援助機関	進捗状況
Mashonaland West	ユーゴスラビヤ	調査完了
Mashonaland Central	西ドイツ	調査中
Mashonaland East	イタリア	調査完了
Manicaland	イタリア	調査完了
Midlands	デンマーク・オランダ	調査完了 3ダム建設着手
Matabeleland North	UNDP・オランダ	調査完了 1ダム建設着手
Matabeleland South	UNDP	調査中

##### (2) マシング州における類似事業

マシング州における中小規模灌漑プロジェクトで完成若しくは実施中のものは下表のとおりである。

事業名	建設年	灌漑面積 (ha)	農家戸数	戸当面積 (ha)
1) MUSVUVUGWA	1969-1977	60	554	0.11
2) CHILONGA		144	234	0.61
3) MANJINJI		33	73	0.45
4) RUPANGWANA		6.5	44	0.15
5) St. JOSEPH'S		14.5	112	0.13
6) GUDO POOL		10	100	0.10
7) TSUOVANE		400	34	11.8
8) MAKONESE	1976-1981	60.9	400	0.15
9) BANGA		5.5	39	0.14
10) MUTEYO	1979-1979	7	53	0.13
11) MAPANZURE	1968-1969	48	276	0.17
12) MUSHANDIKE	1985-	735	430	1.71
13) FWE PANGANAI	1987-	280	320	0.88
14) MADONA	1988-1988	15	19	0.79
15) TANBANA	1988-	19	-	-
計		1,838	2,593	0.13

現在工事施工中のものは4地区で総受益面積は1,050ヘクタールである。他の11地区は既存の灌漑地区を独立後再整備されたものがそのほとんどである。

## 4.3 事業計画の概要

### 4.3.1 事業計画

本計画はマシANGO州の6つの共有地において貯水池によって地表水の水源開発を行って、灌漑用水、家庭雑用水を確保するとともに貯水池において養魚の場を提供するものである。事業内容は次のとおりである。

- 1) 貯水量1~6百万m<sup>3</sup>の中規模ダムを建設する。
- 2) 貯水池灌漑受益地までの送水路およびファームポンドを建設する。
- 3) 灌漑受益地の圃場を造成する。

事業計画の概要を表4-1に示す。

### 4.3.2 機材計画

本計画実施の為に必要な建設機材の概要は以下に示すとおりである。なお機材の性能、仕様、数量等は「基本設計」の項で検討される。

#### (1) ダム・送水路・ファームポンド建設用機材 (MEWRD)

##### a) 土工機材

- ブルドーザー
- ホイールローダ
- モータースクレーパー
- モーターグレーダー
- ローラー
- バックホウ

##### b) 運搬用機材

- タンプトラック
- 普通トラック
- 散水車
- トラクター・トレーラー
- トラック・クレーン
- ステーションワゴン

##### c) グラウト用機材

- クローラドリル

表4-1 事業計画概要

プロジェクト名	ムサベレマ	マグドウ	ムンジャンガンジャ	チニヤツムワ	マシヨコ	マブテ
1 位置						
郡	ムウェネジ	マシゴ	グツ	ビキタ	ビキタ	ザカ
共有地	マチビ I	ニヤジエナ	グツ	ビキタ	マサイ	ンダンガ
2 水源						
河川名	ムサベレマ	ムメジ	ムトラ	キニヤツムワ	チエニエレ	ムスシエ
流域面積 (Km <sup>2</sup> )	131.6	41.9	52.8	16.4	27.2	31.1
年間流出量 (百万m <sup>3</sup> )	4,454	2,891	4,171	1,689	1,306	3,349
3 ダム						
有効貯水量 (百万m <sup>3</sup> )	6,653	5,672	1,831	2,255	1,453	3,132
堤高 (m)	12.7	18.8	18.7	18.8	18.4	19.3
堤長 (m)	1,700	460	920	580	700	625
4 送水路						
方法	重力式	重力式	重力式	ポンプ	重力式	ポンプ
設計流量 (ℓ/S)	54	76	49	74	23	151
延長 (m)	5,600	7,940	4,720	870	800	860
5 調整池						
設計容量 (m <sup>3</sup> )	4,600	6,500	4,300	4,300	1,400	8,700
6 受益						
計画面積 (ha)	44	70	51	50	21	100
家畜 (LSU)	1,800	2,430	1,500	2,000	790	3,000

グラウトポンプ  
グラウトミキサー

d) その他

コンプレッサー  
ポンプ  
発電機  
コンクリートミキサー

(2) 圃場造成工事用機械 (AGRITEX)

a) 土工機械

ブルドーザー  
ホイールローダー  
モーターグレーダー  
ランドグレーダー  
ランドレベラー

b) 耕作機械

トラクター  
デスクプラウ  
デスクハロー  
リッパー

c) 運搬用機械

ダンプトラック  
ダンプトレーラー  
普通トラック  
トラッククレーン  
燃料運搬車  
水運搬車

d) その他

ポンプ  
発電機  
コンクリートミキサー  
プレートコンパクター

### 4.3.3 維持管理計画

#### (1) 維持管理体制

本計画に係る維持管理の対象は、灌漑施設としてのダム、ポンプ、導水路、調整池或は直接の農業生産の場としての圃場である。又供与機械もその対象である。これらの管理は建設工事の実施運営体制に述べたと同様の各機関の州事務所がこれを担当する。

MEWRDの州事務所はダム、ポンプ、導水路、調整池の維持管理を行う。又AGRITEXの州事務所は圃場の維持管理を行う。具体的な維持管理の施設名と作業内容は下記のとおりである。

MEWRDの州事務所が管理するもの：—

- ダム：堤防法面崩壊洗掘の修理
- ポンプ：保守管理更新
- 導水路：ライニング崩壊、構造物の欠損、等の修復
- 調整池：法面崩壊等の堤防修復

AGRITEXの州事務所が管理するものの：—

- 圃場内用排水路：パイプ、フルーム、ゲート等の取替え修理
- 圃場付帯物：フェンス取替え、圃場内トイレの修復
- 圃場関係建物：建物の補修

維持管理の体系と担当職名の骨子はつぎのとおりである。

[MEWRD] 州の地域担当官 → (事業現地管理所) →  
ファーマン → ハンディマン

[AGRITEX] 灌漑技術官 → (地域普及事務所) →  
灌漑農場地区普及員

#### (2) 維持管理費

維持管理費は事業の完成に伴ってその定常維持管理費が査定され毎年予算に計上される。また災害や破損等の修復には別途予算が支出される。1987/1988会計年のMEWRDマシango州事務所  
の維持管理費の実績は次のとおりである。



事業名	維持管理費	灌漑面積	ha当り維持管理費
	(Z\$)	(ha)	(Z\$/ha)
Chilonga (P)	21,000	144	146
Musvuvugwd (P)	22,000	60	367
Makonese	11,000	61	180
Mapanzure	2,000	48	42
Banga	5,000	5.5	909
Manjinji (P)	23,000	33	697
St. Joseph's (P)	16,000	14.5	1,103
Gudo Pool (P)	11,000	10	1,100
Muteyo	8,000	7	1,143
Rupangwara (P)	18,000	6.5	2,769
計	137,000	389.5	

(P) はポンプ灌漑

資料：MEWRDマシゴ事務所

AGRITEXが担当する圃場に関しては国からの維持管理費はha当り3~4Zドルであり、実質は農民から徴収するha当り145Zドルの水利費で運営されている。本計画においても農民の負担する水利費(0.1ha~0.2haに対して14.5Zドル~29Zドル)で維持管理が行われる。

事業計画別の維持管理費は次のとおりである。

	フェーズ2		フェーズ3		フェーズ4	
	ムサベレマ	マグドウ	ムンジャン ガンジャ	チニヤ マツムワ	マショコ	マブテ
職員人件費 (Zドル)	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
燃料・油脂 (Zドル)	—	—	—	22,400	—	49,500
修理・消耗品(Zドル)	2,800	2,800	2,200	2,500	1,800	3,800
計 (Zドル)	13,800	13,800	13,200	35,900	12,800	71,900
フェーズ計 (Zドル)	27,600		49,100		84,700	
(万円)	190		339		584	



## 第5章 基本設計

### 5.1 基本方針

本計画の基本設計は「ジ」国の特殊条件、計画地区の諸条件と共に、本計画が日本国政府の無償資金協力によって実施される事を前提として、下記の基本方針に基づいて行うものとする。

- (1) 共有地内に建設される施設であるので維持管理が容易でかつ費用のあまりかからない型式・構造を採用する。
- (2) 日本国政府の無償資金協力によって6ヵ所の施設の建設が実施されることを想定し、その技術移転により引き続き「ジ」国政府によって施設の建設が行われることを勘案して、施工材料は出来る限り「ジ」国内で調達できるものを選定する。
- (3) 実施を通じての技術移転も重要な要素である事から現在の「ジ」国の普及している施工方法・技術水準と著しくかけ離れた工法は採用しない。
- (4) 日本の設計思想だけにはとらわれず「ジ」国において長期間の実績があり、定着している技術・工法については積極的に採用する。
- (5) 将来の「ジ」国の中規模灌漑計画実施に有効に採用される機材の選定を行う。

## 5.2 設計条件の検討

### (1) 水文諸元の決定

#### (a) 年間流出量

ダムサイトにおける年間流出量は、ミッシェル氏(元「ジ」国水資源省水文部長、現ジンバブエ大学教授)によって提案され水資源省で広く用いられている次の公式によって算定する。

$$Q = P - (P^{-3} + 1000^{-3})^{-1/3}$$

ここで P: 年間降雨量 (mm)

Q: 年間流出量 (mm)

#### (b) 計画洪水量

計画洪水量の算定は最大確率洪水量にダム規模・重要度に応じた生起確率年に対応する係数を乗じて求める。最大確率洪水量は次式で与えられる。

$$\log_e(MPF+1) = 1.175 [\log_e(A+1)]^{0.775} + 3.133$$

ここで MPF: 最大確率洪水量 (m<sup>3</sup>/s)

A : 流域面積 (Km<sup>2</sup>)

#### (c) 計画堆砂量

土壌浸食とそこから生産される堆砂量の関係についてマシング州を中心に大規模な調査が実施され、その結果は「土壌及び水資源の保全」として取りまとめられており、本計画における堆砂量の推定はこの報告書に準拠する。

#### (d) 利用可能量

貯水池の水利用可能量は1/10確率渇水年を基準とし「ジ」国水資源省によって採用されている「中規模ダム設計・施工基準」に基づいて算定する。

上記の基準に基づいて算定した水文諸元を表5-1に示す。

表5-1 計画水文諸元

プロジェクト名	ムサベレマ	マグドゥ	ムンジャンガンジャ	チニヤマツム7	マシヨコ	マブテ
1 流域面積 (Km <sup>2</sup> )	131.6	41.9	52.8	16.4	27.2	31.1
2 洪水量						
(1) 最大確率洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	1,273	608	708	324	456	499
(2) 確率年 (year)	2,000	2,000	500	500	500	2,000
(3) 計画洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	835	415	349	163	228	343
3 流出量						
(1) 年間降雨量 (mm)	580	710	740	800	640	810
(2) 年間流出高 (mm)	34	69	79	103	48	107
(3) 年間流出量 (百万m <sup>3</sup> )	4.454	2.891	4.171	1.689	1.306	3.349
4 堆砂量						
(1) 堆砂指標	2.3	1.8	1.9	2.0	1.7	1.7
(2) 比堆砂量 (t/Km <sup>2</sup> /年)	450	270	320	340	230	230
(3) 計画堆砂量 (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	873	168	251	83	93	106
5 利用可能量						
(1) 有効貯水量 (MCM)	6.653	5.672	1.831	2.255	1.453	3.132
(2) 満水面積 (Km <sup>2</sup> )	2.504	1.299	0.644	0.471	0.356	0.711
(3) 利用可能量 (百万m <sup>3</sup> )	0.757	1.012	0.659	0.642	0.313	1.298

(2) 灌漑諸元の決定

(a) 蒸発散量

本計画において灌漑用水量の基礎となる蒸発散量の算定は修正ペンマン法によりマシゴ気象観測所のデータを用いて次の様に算定した。

関係作物蒸発散量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
mm/日	6.4	5.5	5.0	4.5	3.5	2.9	3.1	4.4	5.6	6.3	6.4	6.0	
mm/月	198	154	155	135	109	87	96	136	168	195	192	186	1811

(b) 純灌漑用水量

作物の消費水量 (ETc) は、関係作物蒸発散量に作物係数を乗じて求め、純灌漑用水量は、作物の消費水量に有効雨量を考慮して算定した。計画導入作物に対する計画地区別の純灌漑用水量を表5-2に示す。

(c) 粗灌漑用水量

粗灌漑用水量の算定のための総合灌漑効率以下のごとく算定する。

効 率	開水路	パイプ
	搬送システム	搬送システム
搬送効率 (コンクリート水路、パイプ)	0.95	1.0
圃場水路効率 (コンクリート水路)	0.95	0.95
適用効率 (地表灌漑)	0.55	0.55
総合灌漑効率	0.50 (0.496)	0.52 (0.523)

表5-2 面積加重平均純用水量

プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	
ムサベレマ	ライ豆	322	45	145	マグドワ	ライ豆	304	45	137	
	トマト	433	15	65		トマト	393	15	59	
	落花生	425	25	106		落花生	379	25	95	
	夏野菜	653	15	98		夏野菜	600	15	90	
	とうもろこし	651	45	293		とうもろこし	618	45	278	
	冬野菜	695	10	70		冬野菜	674	10	67	
	未熟とうもろこし	655	5	33		未熟とうもろこし	638	5	32	
	小麦	590	40	236		小麦	576	40	230	
						計				988

プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	
ムンジャンガンジャ	ライ豆	314	40	126	チニヤマツムフ	ライ豆	290	40	116	
	トマト	394	20	79		トマト	369	20	74	
	落花生	351	20	70		落花生	341	20	68	
	夏野菜	581	20	116		夏野菜	563	20	113	
	とうもろこし	635	40	254		とうもろこし	636	40	254	
	冬野菜	672	10	67		冬野菜	666	10	67	
	未熟とうもろこし	634	10	63		未熟とうもろこし	632	10	63	
	小麦	535	40	214		小麦	519	40	208	
						計				963

プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	プロジェクト名	作物	純用水量 (mm)	作付率 (%)	加重用水量 (mm)	
マシヨコ	ライ豆	317	45	143	マブテ	ライ豆	268	40	107	
	トマト	422	15	63		トマト	351	20	70	
	落花生	411	25	103		落花生	337	20	67	
	夏野菜	636	15	95		夏野菜	555	20	111	
	とうもろこし	644	45	290		とうもろこし	658	40	263	
	冬野菜	691	10	69		冬野菜	676	10	68	
	未熟とうもろこし	652	5	33		未熟とうもろこし	635	10	64	
	小麦	589	40	236		小麦	520	40	208	
						計				958

(d) 計画最大給水量

マシゴ気象観測所の気象資料を用いて算定した関係作物蒸発散量の日量大量は、1月と11月の6.4mm/日である。この時の作物係数を1.0とし、総合灌漑効率を考慮すると、開水路搬送システムの施設設計のための流量は1.48ℓ/sec/haであり、パイプ搬送システムのためのそれは2.137ℓ/sec/haである。

(3) 土木構造物

構造物の設計については、「ジ」国水資源省によって採用されている「中規模ダム設計・施工基準」に基づき、これに規定がない場合には、日本の農林水産省構造改善局が制定した「土地改良事業計画設計基準」を準用する。ただし「ジ」国には地震がない事を考慮した設計とする。

(4) 機械設備

ポンプ、パイプ、バルブ等の機械設備は本事業が本事業が日本の無償資金協力によって実施される事を勘案してJIS規格を適用する。



## 5.3 基本計画

### 5.3.1 ダム及び附帯施設

#### (1) ダム形式

地形・地質より判断して、6サイトともフィルダムが最適である。各サイトともアバットは穏やかであり、基盤岩の上に厚い風化帯あるいは堆積物がある。従って、コンクリートダムは建設費が高くなる。

ダムサイト周辺には不透水性および半透水性の盛土材料が豊富である。透水性のロック材もダムサイト近傍で得られるが、発破をかけるので採取費が嵩む。従ってロックフィルムを避けアースフィルを計画する。

河床部の盛土工事は乾期の間に行い、洪水の仮廻し工事を不要とし、かつ盛土の品質の向上に資する。ダム工事の費用の減少および施工を容易にするため不透水性材の使用を最低限にする。この様な条件により判断して中心コア型のフィルダムを6サイト全てに計画する。

#### (2) ダムてんば幅員

ダムてんば幅員は、現地で利用できる材料、堤高、維持管理の為の道路としての機能、および施工性を考慮して6mに決定する。

#### (3) 余裕高

余裕高は、洪水位とダムてんば標高の差であり、波の這上り高に相当する。「ジ」国の基準では、波高は次式によって与えられる。

$$h = 0.032 \times V \times F + 0.76 - 0.27 \cdot F^{0.26}$$

V: 風速 (55Km/hr)

F: 対岸距離 (Km)

h: 波高 (m)

波の這上り高は波高の1.5倍と推定する。余裕高は下表のとおりとなる。

ダ ム 名	対 岸 距 離 (Km)	波 高 (m)	余 裕 高 (m)
ムサベレマ	2.0	0.77	1.2
マグドウ	2.1	0.78	1.2
ムンジャンガンジャ	0.9	0.72	1.1
テナヤマツムワ	1.5	0.75	1.2
マショコ	2.0	0.77	1.2
マブテ	2.5	0.80	1.2

#### (4) 堤体標準断面

一般的に水深の30~50%の厚さのコアで十分安全に遮水できると考えられている。従って、コアの厚さは水深の50%以上とするが、床掘面では30%とする。

堤体浸透水は、立ち上りドレーンによって捕捉するが、浸潤面を確実に捕捉するため、立ち上りドレーンの天端は満水位に設定する。立ち上りドレーンで捕捉された浸透水は、河床部の水平ドレーンを通して下流に排除される。

堤高および盛土材料より判断して、堤体斜面は上流側 1:2.25、下流側 1:2.0とする。バームを設け堤体積を減少させつつ安定性を確保する。上流法面は波の這上り、および降雨による浸食に対して保護するためリップラップを施工する。上流面のリップラップは洪水位より死水位の1m下までとする。これに要する材料は付近の原石山および河床部の砂礫を用いる。リップラップの厚さは、波の作用に十分抵抗できる大きさと重さの石が詰めこまれる必要があり、80cmの波に耐えるには、次の厚さと粒径が必要である。

リップラップ厚さ	30cm
最大径	30cm

下流法面を降雨による浸食から保護するため、すじ芝工とする。また下流法尻は洪水時において背水による法尻崩壊を防止するため石積みとする。

#### (5) 基礎処理

堤敷は有機物を除くため表土はぎを行う。河床部の砂礫層は締っており滑動・変位に対して安全と考えられる。しかしコア部では遮水のため掘削置換しなければならない。コアトレンチは重機の作業およびグラウトを考え最少6mの幅員とする。

ダムサイトで実施したボーリング調査および透水試験によると基礎岩盤には透水係数で $10^{-3}$  cm オーダー以上の透水性の部分があり、浸透をおさえるためグラウトの必要もある。グラウト孔の配置は1列とし特に透水性の高い区間は2列とし、間隔は2mとする。

## (6) 洪水吐

### (a) 位置および路線

洪水吐は、ダム附帯構造物として最も重要であり、その工事費はダム工事費の大きな割合を占める。洪水吐の呑口堰体は、洪水流入に対に安定していて浸食をうけないコンクリート、あるいは練石積とする。従って、工事費も嵩むため、その位置と路線選定にあたっては、地形、地質条件を十分考慮して決定する。

#### (i) ムサベレマ

両アバットとも緩傾斜であり、右岸は土砂が厚く亀裂の多い岩が深度15mにいたる。左岸は硬い塊状の露岩があり、明らかに洪水吐として左岸側が有利である。洪水吐堰体は左岸の盛土中央部に設けられるが、基礎は硬岩に岩着する。堰より上流では若干の岩掘削があるが、堰より下流では土砂のみ掘削する。

#### (ii) マグドウ

洪水吐の路線は左岸側に設定する。右岸は土砂が厚く、亀裂の多い風化岩である。右岸側も河床付近は風化帯が厚いが標高の高い地点では、硬岩まで比較的浅い。粗粒玄武岩の侵入による亀裂がダムサイトの全体に見られ左岸にも存在する。洪水吐を基盤岩に岩着させるための掘削量を減少させるため、越流堰はできるだけ短くする。急流部も亀裂帯にのるため、練石積の保護が必要である。

#### (iii) ムンジャンガンジャ

両岸とも河床部では岩が露頭しているが、標高が高くなるに従って風化帯が厚くなる。左岸は右岸に比べて、若干穏やかであり、標高も低く、土砂・風化帯は薄い。左岸側の標高が貯水面標高の限界となるため、洪水吐の越流水深を小さくし、堰長を長くする必要がある。従って左岸側の緩傾斜アバットが洪水吐流入口に適しており、5m程度の深度で塊状岩盤に達する。左岸は緩傾斜であるため急流部が長くなるが、支流の沢まで流末を導く。

(iv) チニヤマツムワ

洪水吐は左岸とする。両アバットを比べると斜面傾度および風化帯の厚さ等到大差は見られないが、洪水吐を左岸にした方が急流部が短い。洪水吐は亀裂の多い岩および風化岩にのせる。側壁は風化が進んでいるので、練石積による保護が必要である。

(v) マショコ

右岸は土砂・風化帯の厚さが10mを越える。左岸は河床部付近で風化帯が厚いが、標高が上るに従って硬岩が浅くなる。従って洪水吐は左岸とするが、側壁部は風化帯となるので練石積で保護する。

(vi) マブテ

河床部を除いて兩岸とも土砂・風化帯は非常に厚い。従って越流式の洪水吐を急流部のやや短くなる左岸側へ設ける。

(b) 越流堰

越流堰長と越流水深は、堰体と堤体の工事費の総計が最少となる様に次の様に決定した。

グ ム 名	洪 水 量 (m <sup>3</sup> /s)	越 流 水 深 (m)	堰 長 (m)
ムサベレマ	835	2.5	125
マグドウ	415	3.0	47
ムンジャンガンジャ	349	1.0	206
チニヤマツムワ	163	1.5	53
マショコ	228	1.5	73
マブテ	343	3.0	39

(7) 取水設備

取水設備は導水路が河川に交差するのをさけるため灌漑地区のある側のアバットに配置する。路線は堤敷を最短で渡り、かつ死水位まで取水できる様に計画する。取水口にはスクリーンと非常用ゲートを設ける。埋設管は、施工中の排水及び完工後の保守管理を考慮して径800mmの鋼管としコンクリートで巻き立てる。放流口には流量調整のためバルブを設け、圧力水はバルブ下流のコンクリートボックスで減勢する。

### 5.3.2 導水施設

計画ダム地点からファーム Pond までの送水は圃場の標高によって重力方式とポンプ方式となり、各プロジェクトは次の様に分類される。

- 重力方式

- ムサベレマ

- マグドウ

- ムンジャンガンジャ

- マシヨコ

- ポンプ方式

- チニヤマツムワ

- マブテ

#### (1) 重力方式

開水路で計画し、容量は最大水量が必要な時期に1日分の水量を24時間で送水できる能力とする。

送水路の路線は1/5,000の地形図を用いて計画し、特に水路延長が短くなるように注意した。本計画においては、水路延長のほとんどが砂質透水性地盤であるため何らかの漏水対策が必要であり、経済性および現地施工実績を考慮して、コンクリートライニングを計画する。水理計算はマニング公式を用い水路断面を決定した。

送水路が河川、道路等を横断する個所には鉄筋コンクリート管のサイフォンあるいはカルバートを設置する。落差工が必要な場合には、その1カ所当りの落差は30cmを標準とする。送水路は全線を通じてフェンスで保護し、その横に管理用道路(有効幅員4m)を併設する。又、住民の生活用水や家畜用水を確保できるように、水路に配水施設を設置する。

送水路施設諸元を表5-2に示す。

表5-3 送水路施設諸元

プロジェクト名	ムサベレマ	マグドウ	ムンジャンガンジャ	マシヨコ
1 設計流量	54	76	49	23
2 粗度係数	0.016	0.016	0.016	0.016
3 水路コウ配	1/1,000	1/400	1/400	1/300
4 水路断面				
1) 水路巾	0.30 (m)	0.30	0.25	0.25
2) 水路高さ	0.35 (m)	0.35	0.30	0.25
3) 水深	0.25 (m)	0.23	0.20	0.11
5 流速	0.50 (m/s)	0.77	0.69	0.64
6 延長	5,600 (m)	7,940	4,720	800
7 附帯工				
1) 河川横断	1 (カ所)	1	1	—
2) 道路横断	1 (カ所)	2	—	—
3) 落差工	— (カ所)	1	15	9
4) 雑用水配水	7 (カ所)	9	6	—

(2) ポンプ方式

灌漑地区が、ダムにおける計画水位 (L. W. L) より高い場合、ファームポンドまでの区間をポンプによって圧送する。ポンプの運転時間は、マシゴ州の住民の生活習慣、社会環境等を考慮し、ピーク送水時期においても1日16時間を最大限度とする。

本計画においては小容量であるが比較的高揚程であるため横軸両吸込うず巻ポンプを採用する。設置台数は万一の故障等に対する危険分散を考慮して2台とする。ポンプの電動機としては4極誘導電動機を採用し、電源としてはディーゼル発電機を用いる。

送水管は加圧管路であり全水頭がそれぞれ40m、55mと比較的高い事もあって水撃作用の発生も考慮して鋼管を使用する。

ポンプおよび管路諸元を表5-3に示す。

表5-4 ポンプ及び管路諸元

プロジェクト名		チニヤマツムワ	マブテ
1 ポンプ			
1) 設計流量	(l/sec)	74	151
2) 全水頭	(m)	40	55
3) ポンプ 2台			
吐出量	(m <sup>3</sup> /min)	2.22	4.53
口径	(mm)	150×100	200×100
モーター	(Kw)	30	75
4) ジーゼル発電機	(KVA)	90	220
2 管路			
1) 設計流量	(l/sec)	74	151
2) 管種		鋼管	鋼管
3) 延長	(m)	870	860
4) 口径	(mm)	300	400

### 5.3.3 ファームpond

圃場における消費水量は農作業計画や季節によって大きく変化する。ファームpondはその変化する消費水量とダム地点から灌漑地区への一定量送水との間の緩衝の役割をはたす。又、送水路、ポンプ、管路等の故障の補修時に、ある程度の調整池としての機能も持たせる。

ファームpond容量はピーク時期の24時間消費水量とする。構造としては、盛土堤に流入工、流出工、量水標、排水工、バイパス及び余水路等を設置する。有効水深は2.0mとし、0.7mの余裕高を見込む。盛土堤のてんば幅は2.0m、盛土外面のこう配は1:1.5、内面のそれは1:2.0とする。

ファームpond諸元は下記のとおりである。

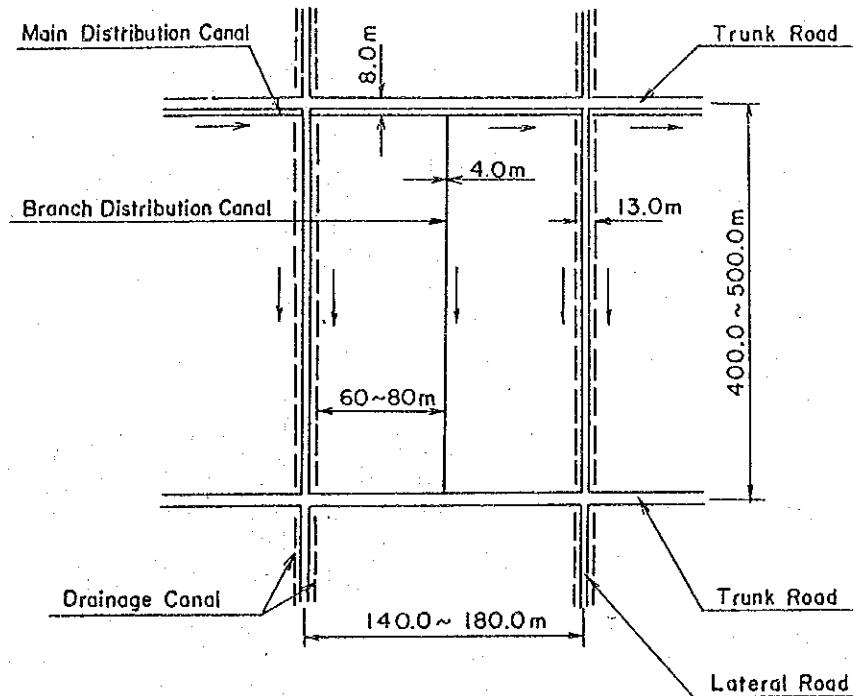
プロジェクト名	設計容量 ( $m^3$ )	有効水深 (m)	形状 (m)
ムサベレマ	4,600	2.0	57×57
マグドウ	6,500	2.0	66×66
ムンジャンガンジャ	4,300	2.0	55×55
チニヤマツムワ	4,300	2.0	55×55
マショコ	1,900	2.0	40×40
マブテ	8,700	2.0	75×75



### 5.3.4 圃場計画

#### (1) 圃場の区画計画

圃場区画の形状や面積は、導入する営農組織や営農形態によって決定し、標準の区画計画としては、下記のごとくとする。



#### (2) 圃場内用水路

圃場内における灌漑用水の配水のための用水路としては、鉄筋で補強された矩形のプレキャスト・コンクリート・フルームを採用する。その規模は1日当りの灌漑時間、灌漑間断日数等から生ずるピーク時の必要量を配水できるような幹・支線水路網とする。用水路の流量制御は分水工に設けるスルース・ゲートにより行う。各筆への導入は、各支線に設置する水位調整板の上流で、プラスチックサイフォンにより行う。

### (3) 圃場内道路

道路網は、幹・支線道路より成る。幹線道路は既存主要道路、農業関連施設等へのアクセスを考慮して路線を配置する。その有効幅員は4mとし、路面は圃場面より20cm高くし、砂利舗装とする。

支線道路は、少くとも各耕区の一辺が接するように配置する。有効幅員は3mとし、路面高、舗装は幹線道路と同じとする。

### (4) 圃場内排水路

降雨の少ない計画地において、畑作を中心とする営農となるため、各圃区毎に本格的な排水路を設ける必要はない。しかし、一定方向への傾斜面の利用が多く、予想できぬ集中降雨により侵食を防ぐために、道路に沿って最少限の排水路を配置する。

圃場施設の諸元は次のとおりである。

プロジェクト名	計画面積 (ha)	灌漑面積 (ha)	用水路 (Km)	排水路 (Km)	道路 (Km)
ムサベレマ	44.0	36.2	5.8	7.7	6.6
マグドウ	70.0	51.1	8.5	9.6	10.2
ムンジャンガンジャ	51.0	33.3	4.9	6.4	7.1
チニヤマツムワ	50.0	34.7	5.4	6.2	9.0
マショコ	21.0	15.2	2.0	3.5	3.3
マブテ	100.0	70.5	11.2	14.5	15.7